

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7140298号  
(P7140298)

(45)発行日 令和4年9月21日(2022.9.21)

(24)登録日 令和4年9月12日(2022.9.12)

|                         |               |   |
|-------------------------|---------------|---|
| (51)国際特許分類              | F I           |   |
| B 2 1 D 28/02 (2006.01) | B 2 1 D 28/02 | Z |
| B 2 1 D 22/20 (2006.01) | B 2 1 D 22/20 | G |
| B 2 1 D 22/26 (2006.01) | B 2 1 D 22/26 | C |
| B 2 1 D 28/00 (2006.01) | B 2 1 D 28/00 | A |
| B 2 1 D 28/16 (2006.01) | B 2 1 D 28/16 |   |
| 請求項の数 10 (全34頁) 最終頁に続く  |               |   |

|                   |                             |          |  |
|-------------------|-----------------------------|----------|--|
| (21)出願番号          | 特願2022-500587(P2022-500587) | (73)特許権者 | 000006655<br>日本製鉄株式会社<br>東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 |
| (86)(22)出願日       | 令和3年8月17日(2021.8.17)        | (74)代理人  | 110002044弁理士法人プライタス                        |
| (86)国際出願番号        | PCT/JP2021/030069           | (72)発明者  | 中村 尚文<br>東京都千代田区丸の内二丁目6番1号<br>日本製鉄株式会社内    |
| (87)国際公開番号        | WO2022/039167               | (72)発明者  | 大屋 忍<br>東京都千代田区丸の内二丁目6番1号<br>日本製鉄株式会社内     |
| (87)国際公開日         | 令和4年2月24日(2022.2.24)        | (72)発明者  | 佐々木 宏和<br>東京都千代田区丸の内二丁目6番1号<br>日本製鉄株式会社内   |
| 審査請求日             | 令和4年1月5日(2022.1.5)          | (72)発明者  | イサカ ハミード<br>東京都千代田区丸の内二丁目6番1号              |
| (31)優先権主張番号       | 特願2020-137514(P2020-137514) |          |  |
| (32)優先日           | 令和2年8月17日(2020.8.17)        |          |  |
| (33)優先権主張国・地域又は機関 | 日本国(JP)                     |          |  |
| 早期審査対象出願          |                             |          | 最終頁に続く                                     |

(54)【発明の名称】 加工品及び加工品製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

表面にめっき層を有するめっき鋼板を素材とし、中空筒状の側壁に切断端部を有する加工品であって、

前記切断端部は、

当該加工品の側壁の外表面と面一であり、

当該切断端部の板厚方向に、せん断面及び破断面を順に、または、せん断面を有しており、

前記せん断面が前記表面のめっき層により覆われているめっき成分残存長さLと、前記加工品の切断端部の板厚t1との比L/t1は、0.70以上であり、

前記切断端部のバリの長さは0.2mm未満である、加工品。

【請求項2】

前記切断端部の板厚方向における前記破断面の長さW1は、0mm超かつ1.0mm以下である、請求項1に記載の加工品。

【請求項3】

前記切断端部の板厚方向における前記破断面の長さW1は、0.5mm以下である、請求項2に記載の加工品。

【請求項4】

前記側壁に対して直交する前記加工品の端面の平坦面の長さLtと、前記加工品の側壁の板厚tとの比Lt/tは、0.35以上である、請求項1～3のいずれか1項に記載の

加工品。

【請求項 5】

前記切断端部は、当該切断端部の板厚方向に、前記せん断面、前記破断面及びコイニング面を順に、または、前記せん断面及びコイニング面を順に有しており、

前記切断端部の板厚方向における前記せん断面と前記コイニング面との間の前記破断面の長さ  $W_2$  は、0 mm 超かつ 0.5 mm 以下である、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の加工品。

【請求項 6】

表面にめっき層を有するめっき鋼板を素材とし、中空筒状の側壁に切断端部を有する加工品を製造するための加工品製造方法であって、

第 1 ダイと第 1 パンチとのクリアランスがマイナスクリアランスに設定された前記第 1 ダイ及び前記第 1 パンチを用いて、前記素材から形成された第 1 素体の切断部分を板厚方向に半切断する半切断工程と、

第 2 ダイ及び第 2 パンチを用いて、半切断された前記第 1 素体を前記半切断と同一方向から仕上げ切断して、加工品の側壁の外面と面一な切断端部を有する加工品を得る仕上げ切断工程と、

を含み、

前記第 2 ダイの内径  $D_{32}$  は、前記第 1 ダイの内径  $D_{31}$  以上とし、

前記第 1 素体の切断部分の板厚を  $t_1$ 、前記半切断工程後の前記切断部分の残存板厚を  $t_2$  として、

前記半切断工程において、

前記第 1 ダイ及び前記第 1 パンチとのクリアランス  $C_{31-41}$  は、下記式 (a1) を満たし、

前記第 1 ダイの刃先の曲率半径  $R_1$  は、下記式 (a2) を満たし、

前記第 1 素体の切断部分に対する前記第 1 ダイまたは前記第 1 パンチの押込み量  $D$  は、下記式 (a3) を満たし、

下死点での前記第 1 ダイと前記第 1 パンチとの間隔  $C_{P-D}$  は、下記式 (a4) を満たし

、前記仕上げ切断工程において、

前記第 2 ダイと前記第 2 パンチとのクリアランス  $C_{32-42}$  は、下記式 (a5) を満たし、

前記第 2 ダイの刃先の曲率半径  $R_2$  は、下記式 (a6) を満たす、加工品製造方法。

$$-0.35 \times t_1 \quad C_{31-41} \quad -0.01 \quad \dots (a1)$$

$$0.10 \times t_1 \quad R_1 \quad 0.50 \times t_1 \quad \dots (a2)$$

$$D \quad 0.70 \times t_1 \quad \dots (a3)$$

$$C_{P-D} \quad 0.20 \quad \dots (a4)$$

$$0.01 \quad C_{32-42} \quad 0.2 \times t_2 \quad \dots (a5)$$

$$0.25 \quad R_2 \quad 1.50 \times t_2 \quad \dots (a6)$$

ここで、 $C_{31-41}$ 、 $C_{P-D}$ 、 $C_{32-42}$  及び  $R_2$  の単位は mm とする。

【請求項 7】

表面にめっき層を有するめっき鋼板を素材とし、中空筒状の側壁に切断端部を有する加工品を製造するための加工品製造方法であって、

第 1 ダイと第 1 パンチとのクリアランスがマイナスクリアランスに設定された前記第 1 ダイ及び前記第 1 パンチを用いて、前記素材から形成された第 1 素体の切断部分を板厚方向に半切断する半切断工程と、

第 2 ダイ及び第 2 パンチを用いて、半切断された前記第 1 素体を前記半切断と同一方向から仕上げ切断して、加工品の側壁の外面と面一な切断端部を有する加工品を得る仕上げ切断工程と、

を含み、

前記第 2 ダイの内径  $D_{32}$  は、前記第 1 ダイの内径  $D_{31}$  以上とし、

10

20

30

40

50

前記第 1 素体の切断部分の板厚を  $t_1$ 、前記半切断工程後の前記切断部分の残存板厚を  $t_2$  として、

前記半切断工程において、

前記第 1 ダイ及び前記第 1 パンチとのクリアランス  $C_{31-41}$  は、下記式 (b 1) を満たし、

前記第 1 ダイの刃先の曲率半径  $R_{11}$  は、下記式 (b 2 - 1) を満たし、

前記第 1 パンチの刃先の曲率半径  $R_{12}$  は、下記式 (b 2 - 2) を満たし、

前記第 1 素体の切断部分に対する前記第 1 ダイまたは前記第 1 パンチの押込み量  $D$  は、下記式 (b 3) を満たし、

下死点での前記第 1 ダイと前記第 1 パンチとの間隔  $C_{P-D}$  は、下記式 (b 4) を満たし

10

、  
前記仕上げ切断工程において、

前記第 2 ダイと前記第 2 パンチとのクリアランス  $C_{32-42}$  は、下記式 (b 5) を満たし、

前記第 2 ダイの刃先の曲率半径  $R_2$  は、下記式 (b 6) を満たす、加工品製造方法。

$$0.45 \times t_1 \quad C_{31-41} \quad - 0.10 \times t_1 \quad \dots (b 1)$$

$$0.10 \times t_1 \quad R_{11} \quad 0.65 \times t_1 \quad \dots (b 2 - 1)$$

$$0.10 \times t_1 \quad R_{12} \quad 0.65 \times t_1 \quad \dots (b 2 - 2)$$

$$D \quad 0.70 \times t_1 \quad \dots (b 3)$$

20

$$C_{P-D} \quad 0.20 \quad \dots (b 4)$$

$$0.01 \quad C_{32-42} \quad 0.2 \times t_2 \quad \dots (b 5)$$

$$0.25 \quad R_2 \quad 1.50 \times t_2 \quad \dots (b 6)$$

ここで、 $C_{31-41}$ 、 $C_{P-D}$ 、 $C_{32-42}$  及び  $R_2$  の単位は mm とする。

#### 【請求項 8】

前記仕上げ切断工程で得られた加工品を第 2 素体として、

前記第 2 素体の前記切断端部の角部をパッドに押し当て、前記角部にコイニング面が形成された加工品を得るコイニング工程をさらに含む、請求項 6 または 7 に記載の加工品製造方法。

#### 【請求項 9】

30

前記第 1 ダイの内径  $D_{31}$  と前記第 2 ダイの内径  $D_{32}$  との差  $D_{32} - D_{31}$  は、1.0 mm 以下である、請求項 6 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の加工品製造方法。

#### 【請求項 10】

前記半切断工程の前に、平板状のめっき鋼板から、中空の側壁とフランジ部とを有する第 1 素体を成形加工する準備工程をさらに含む、請求項 6 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の加工品製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明は、表面にめっき層を有するめっき鋼板を素材とし、切断端部を有する加工品及びその加工品を製造するための加工品製造方法に関する。

40

#### 【背景技術】

#### 【0002】

近年、自動車及び家電等の機器の部品として、表面にめっき層を有するめっき鋼板を素材とする加工品を用いることが増えている。めっき鋼板を素材として用いることにより、加工品の成形後の表面処理を省略し、製造コストを抑えることができる。また、成形後の表面処理を省略することで、成形後の表面処理による部品の寸法精度の劣化を避けることができる。成形後の表面処理を省略することは、例えばモータケース等の高い寸法精度が要求される部品において特に検討される。

#### 【0003】

50

成形後の表面処理を省略した場合、加工品の切断端部に鋼板素地が露出する領域が現れる。加工品が置かれる環境によっては、鋼板素地が露出した領域に赤錆が発生する場合がある。赤錆は、加工品の外観を悪化させる。また、時間の経過とともに赤錆発生領域が広がるため、赤錆により加工品の強度低下も懸念される。特に家電製品の場合には、錆の欠落による電氣的短絡等も懸念される。

【0004】

また、モータケース等には、フランジを有していない形状の製品がある。このようなモータケースは、モータケースの開口部からモータを内挿し、開口部を底板と呼ばれる別部品で密閉して用いられる。水分がモータケースの内部へ侵入するとモータの故障あるいは性能劣化の原因となるため、開口部と底板との間には高い気密性が必要となる。高い気密性を担保するためには、開口部に所定の平坦部が必要である。

10

【0005】

加工品の切断端部の防錆能力を向上させる方法として、例えば特許文献1では、板厚2mm以下のZn系めっき鋼板において、パンチ又はダイの肩部にZn系めっき鋼板の板厚の0.1~0.5倍の曲率半径を持たせた金型を用いて打抜き加工を行うことで、打抜き加工後の打抜き端面のせん断面比率を90%以上にするとともに、せん断面の垂鉛被覆率を50%以上にする方法が提案されている。

【0006】

また、特許文献2では、Zn系めっき鋼板の板厚に関係なく、抜きクリアランスを板厚の1~20%に設定し、パンチ又はダイの肩部にZn系めっき鋼板の板厚の0.12倍以上の曲率半径を持たせた金型を用いてZn系めっき鋼板を切断し、切断端面のダレZが0.10×板厚以上、ダレXが0.45×板厚以上の加工品を得る方法が提案されている。

20

【0007】

さらに、特許文献3では、めっき鋼板をマイナスクリアランスで板厚の60~95%の半抜きを行い、その半抜きの反対側から平押しでせん断することによって、端面の耐食性を備える製品を得る方法が提案されている。

【0008】

また、特許文献4には、第1のパンチ及び第1のダイを用い、金属板材の打ち抜き加工部の最終加工面にシェーピング取り代を付けて、金属板材を半抜き加工する第1工程と、第2のパンチ及び第2のダイを用い、半抜き加工された部分に更に剪断加工を主体とするシェーピング加工を行う第2工程とを有し、打ち抜き加工部の最終加工面に70%以上の剪断加工面を確保する、金属板材のプレス加工方法が開示されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【文献】特許第5272518号公報

特許第6073025号公報

特開2002-321021号公報

特開2004-174542号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかし、上記特許文献1に記載の方法では、板厚2mm以下の鋼板を対象としており、板厚2mm超の鋼板を素材として用いる場合、せん断面の垂鉛被覆率が不十分となり、赤錆の発生を抑えることが難しくなる可能性がある。また、モータケース等のフランジ端部に増肉が生じる絞り加工品にも適用が難しい。

【0011】

上記特許文献2に記載の方法では、抜きクリアランスがプラスクリアランスに設定されているため、切断後期に0.5mmを超える破断面が発生しやすい。また、プラスクリアランスに設定されることでダイとめっき層表面との面圧が高くなり、材料が伸びた際に

50

めっき層が追従せずに破断して鋼素地が露出しやすい。

【 0 0 1 2 】

上記特許文献 3 に記載の方法では、めっき鋼板をマイナスクリアランスで半抜きを行うとともに、半抜きの反対側から平押しでせん断している。このため、めっき鋼板の切断端部の板厚方向中間位置に破断面が生じ、また、平押しする際にヒゲ状のバリが発生して形状品質が悪化することもあり得る。

【 0 0 1 3 】

上記特許文献 4 に記載の方法は、シェービング加工に関する技術であり、剪断加工面を大きく形成することによって金属板材の最終加工面を良好にしている。特許文献 4 に記載の方法によって表面にめっき層を有する金属板材をシェービング加工しても、最終加工面に表面のめっき層はほとんど残存しないため、最終加工面の耐食性は低いものとなる。

10

【 0 0 1 4 】

そこで、本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的とするところは、板厚 2 . 0 mm 超のめっき鋼板を素材として用いた場合であっても、耐食性及び形状品質の良好な加工品、及び、その加工品製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 5 】

上記課題を解決するために、本発明のある観点によれば、表面にめっき層を有するめっき鋼板を素材とし、中空筒状の側壁に切断端部を有する加工品であって、切断端部は、当該加工品の側壁の外表面と面一であり、当該切断端部の板厚方向に、せん断面及び破断面を順に、または、せん断面を有しており、せん断面が表面のめっき層により覆われているめっき成分残存長さ  $L$  と、加工品の切断端部の板厚  $t_1$  との比  $L / t_1$  は、0 . 7 0 以上である、加工品が提供される。

20

【 0 0 1 6 】

切断端部の板厚方向における破断面の長さ  $W_1$  は、0 mm 超かつ 1 . 0 mm 以下であってもよい。

【 0 0 1 7 】

切断端部の板厚方向における破断面の長さ  $W_1$  は、0 . 5 mm 以下であってもよい。

【 0 0 1 8 】

側壁に対して直交する加工品の端面の平坦面の長さ  $L_t$  と、加工品の側壁の板厚  $t$  との比  $L_t / t$  は、0 . 3 5 以上であってもよい。

30

【 0 0 1 9 】

切断端部のバリの長さは 0 . 2 mm 未満であってもよい。

【 0 0 2 0 】

切断端部は、当該切断端部の板厚方向に、せん断面、破断面及びコイニング面を順に、または、せん断面及びコイニング面を順に有しており、切断端部の板厚方向におけるせん断面とコイニング面との間の破断面の長さ  $W_2$  は、0 mm 超かつ 0 . 5 mm 以下であってもよい。

【 0 0 2 1 】

また、上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、表面にめっき層を有するめっき鋼板を素材とし、中空筒状の側壁に切断端部を有する加工品を製造するための加工品製造方法であって、第 1 ダイと第 1 パンチとのクリアランスがマイナスクリアランスに設定された第 1 ダイ及び第 1 パンチを用いて、素材から形成された第 1 素体の切断部分を板厚方向に半切断する半切断工程と、第 2 ダイ及び第 2 パンチを用いて、半切断された第 1 素体を半切断と同一方向から仕上げ切断して、加工品の側壁の外表面と面一な切断端部を有する加工品を得る仕上げ切断工程と、を含み、第 2 ダイの内径  $D_{32}$  は、第 1 ダイの内径  $D_{31}$  以上とし、第 1 素体の切断部分の板厚を  $t_1$ 、半切断工程後の切断部分の残存板厚を  $t_2$  として、半切断工程において、第 1 ダイ及び第 1 パンチとのクリアランス  $C_{31-41}$  は、下記式 ( a 1 ) を満たし、第 1 ダイの刃先の曲率半径  $R_1$  は、下記式 ( a 2 ) を満たし、第 1 素体の切断部分に対する第 1 ダイまたは第 1 パンチの押込み量  $D$  は、下記

40

50

式 ( a 3 ) を満たし、下死点での第 1 ダイと第 1 パンチとの間隔  $C_{P-D}$  は、下記式 ( a 4 ) を満たし、仕上げ切断工程において、第 2 ダイと第 2 パンチとのクリアランス  $C_{32-42}$  は、下記式 ( a 5 ) を満たし、第 2 ダイの刃先の曲率半径  $R_2$  は、下記式 ( a 6 ) を満たす、加工品製造方法が提供される。

$$\begin{aligned} & - 0.35 \times t_1 \quad C_{31-41} \quad - 0.01 \quad \dots (a1) \\ & 0.10 \times t_1 \quad R_1 \quad 0.50 \times t_1 \quad \dots (a2) \\ & D \quad 0.70 \times t_1 \quad \dots (a3) \\ & C_{P-D} \quad 0.20 \quad \dots (a4) \\ & 0.01 \quad C_{32-42} \quad 0.2 \times t_2 \quad \dots (a5) \\ & 0.25 \quad R_2 \quad 1.50 \times t_2 \quad \dots (a6) \end{aligned}$$

10

ここで、 $C_{31-41}$ 、 $C_{P-D}$ 、 $C_{32-42}$  及び  $R_2$  の単位は mm とする。

#### 【0022】

さらに、上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、表面にめっき層を有するめっき鋼板を素材とし、中空筒状の側壁に切断端部を有する加工品を製造するための加工品製造方法であって、第 1 ダイと第 1 パンチとのクリアランスがマイナスクリアランスに設定された第 1 ダイ及び第 1 パンチを用いて、素材から形成された第 1 素体の切断部分を板厚方向に半切断する半切断工程と、第 2 ダイ及び第 2 パンチを用いて、半切断された第 1 素体を半切断と同一方向から仕上げ切断して、加工品の側壁の外面と面一な切断端部を有する加工品を得る仕上げ切断工程と、を含み、第 2 ダイの内径  $D_{32}$  は、第 1 ダイの内径  $D_{31}$  以上とし、第 1 素体の切断部分の板厚を  $t_1$ 、半切断工程後の切断部分の残存板厚を  $t_2$  として、半切断工程において、第 1 ダイ及び第 1 パンチとのクリアランス  $C_{31-41}$  は、下記式 ( b 1 ) を満たし、第 1 ダイの刃先の曲率半径  $R_{11}$  は、下記式 ( b 2 - 1 ) を満たし、第 1 パンチの刃先の曲率半径  $R_{12}$  は、下記式 ( b 2 - 2 ) を満たし、第 1 素体の切断部分に対する第 1 ダイまたは第 1 パンチの押込み量  $D$  は、下記式 ( b 3 ) を満たし、下死点での第 1 ダイと第 1 パンチとの間隔  $C_{P-D}$  は、下記式 ( b 4 ) を満たし、仕上げ切断工程において、第 2 ダイと第 2 パンチとのクリアランス  $C_{32-42}$  は、下記式 ( b 5 ) を満たし、第 2 ダイの刃先の曲率半径  $R_2$  は、下記式 ( b 6 ) を満たす、加工品製造方法が提供される。

20

$$\begin{aligned} & - 0.45 \times t_1 \quad C_{31-41} \quad - 0.10 \times t_1 \quad \dots (b1) \\ & 0.10 \times t_1 \quad R_{11} \quad 0.65 \times t_1 \quad \dots (b2-1) \\ & 0.10 \times t_1 \quad R_{12} \quad 0.65 \times t_1 \quad \dots (b2-2) \\ & D \quad 0.70 \times t_1 \quad \dots (b3) \\ & C_{P-D} \quad 0.20 \quad \dots (b4) \\ & 0.01 \quad C_{32-42} \quad 0.2 \times t_2 \quad \dots (b5) \\ & 0.25 \quad R_2 \quad 1.50 \times t_2 \quad \dots (b6) \end{aligned}$$

30

ここで、 $C_{31-41}$ 、 $C_{P-D}$ 、 $C_{32-42}$  及び  $R_2$  の単位は mm とする。

#### 【0023】

上記加工品製造方法は、仕上げ切断工程で得られた加工品を第 2 素体として、第 2 素体の切断端部の角部をパッドに押し当て、角部にコイニング面が形成された加工品を得るコイニング工程をさらに含んでもよい。

40

#### 【0024】

第 1 ダイの内径  $D_{31}$  と第 2 ダイの内径  $D_{32}$  との差  $D_{32} - D_{31}$  は、 $1.00 \text{ mm}$  以下としてもよい。

#### 【0025】

また、上記加工品製造方法は、半切断工程の前に、平板状のめっき鋼板から、中空の側壁とフランジ部とを有する第 1 素体を成形加工する準備工程をさらに含んでもよい。

#### 【発明の効果】

#### 【0026】

以上説明したように本発明によれば、板厚  $2.0 \text{ mm}$  超のめっき鋼板を素材として用いた場合であっても、得られる加工品の耐食性及び形状品質を良好とすることができる。

50

## 【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る加工品製造方法によって製造される加工品の一例を示す斜視図である。

【図2】図1の加工品の領域Aにおける切断端部を示し、左側は加工品の中心軸を含むZ-X平面での断面図、右側はX方向から側面視した図である。

【図3】図2左側の断面図の詳細図である。

【図4】加工品端部の平坦面の大小による機密性を説明する模式図である。

【図5】同実施形態に係る加工品製造方法を示す説明図である。

【図6】半切断工程で使用されるダイの刃先をR形状とする場合の半切断工程を示す説明図である。 10

【図7】図6に示した半切断工程に続いて行われる仕上げ切断工程を示す説明図である。

【図8】半切断工程で使用されるダイ及びパンチの刃先をR形状とする場合の半切断工程を示す説明図である。

【図9】図8に示した半切断工程に続いて行われる仕上げ切断工程を示す説明図である。

【図10】本発明の第2の実施形態に係る加工品製造方法を示す説明図である。

【図11】コイニング加工に用いる金型の一例を示す模式図である。

【図12】図11の領域Bの部分拡大図である。

【図13】コイニング工程後の加工品の切断端部を示し、左側は加工品の中心軸を含むZ-X平面での断面図、右側はX方向から側面視した図である。 20

【図14】コイニング工程後の加工品の切断端部の一例を示す写真である。

【図15】コイニング工程においてパッドにより押し潰される角部の体積を示す説明図である。

【図16】本発明の加工品の一例として、異形絞り品を示す写真である。

【図17】本発明の加工品の一例として、角筒絞り品を示す写真である。

## 【発明を実施するための形態】

【0028】

以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。 30

【0029】

[1. 第1の実施形態]

[1-1. 加工品]

まず、図1に基づいて、本発明の第1の実施形態に係る加工品製造方法によって製造される加工品1について説明する。図1は、本発明の第1の実施形態に係る加工品製造方法によって製造される加工品1の一例を示す斜視図である。図1に示す加工品1は、表面にめっき層を有するめっき鋼板を素材とするモータケースである。図1に示すモータケースは、平板状のめっき鋼板に対して例えば絞り加工等の成形加工を施すことにより成形することができる。

【0030】

本実施形態に係る加工品1は、図1に示すように、胴部10と、突部11とを有している。 40

【0031】

胴部10は、中空筒状の側壁101と、側壁101の一端を覆うように形成された頂壁103とを有する。頂壁103は、加工品1を用いる向きによっては底壁等の他の呼ばれ方をする場合もある。図1に示す加工品1の胴部10は、XY平面による断面形状は真円形であるが、本発明は係る例に限定されない。胴部10のXY平面による断面形状は、例えば楕円形や多角形等の他の形状であってもよい。胴部10は、頂壁103と反対側に開口部を有する。開口部からモータが内挿される。

【0032】

突部 11 は、頂壁 103 から胴部 10 の中心軸方向（Z 方向）外部側に突出した突状体である。なお、突部 11 は必ずしも形成される必要はなく、頂壁 103 は平板状であってもよい。

#### 【0033】

本実施形態に係る胴部 10 は、開口部側の端部の外側面に、切断端部 13 を有する。切断端部 13 は、加工品 1 に加工される素体を切断加工して形成される。切断端部 13 は、胴部 10 の外面と面一となるように形成される。

#### 【0034】

切断加工には、裁断、打抜き及び穴あけ等の加工が含まれる。裁断は、所定の直線又は曲線に沿って切断対象を切断する加工である。打抜きは、切断対象から製品を打ち抜く加工である。穴あけは、切断対象から非製品となる部分を打ち抜き、開口を有する製品を得る加工である。図 1 に示す切断端部 13 を有する胴部 10 は、素体から打抜きにより得ることができる。

10

#### 【0035】

めっき鋼板としては、種々のめっき層を有するめっき鋼板を用いることが好ましい。めっき鋼板としては、種々の鋼板を使用できるが、Zn 系めっき鋼板を用いることが好ましい。Zn 系めっきには、Zn めっき、Zn-Al 系合金めっき、Zn-Al-Mg 系合金めっき及び Zn-Al-Mg-Si 系合金めっきが含まれる。めっき鋼板として、Zn-Al-Mg 系合金めっきが施された鋼板を用いることが特に好ましい。ここで、合金めっきは、めっきの全モル数に対して、Zn を 80 質量%以上含有することが好ましく、Zn を 90 質量%以上含有することがより好ましい。

20

#### 【0036】

めっき鋼板の素地鋼板は、任意であるが、例えば極低碳素鋼等であり得る。

#### 【0037】

めっき鋼板におけるめっき付着量は、好ましくは  $30 \text{ g/m}^2$  を下限とし、より好ましくは  $45 \text{ g/m}^2$  を下限としてもよい。また、めっき鋼板におけるめっき付着量は、好ましくは  $450 \text{ g/m}^2$  を上限とし、より好ましくは  $190 \text{ g/m}^2$  を上限としてもよい。特にめっき付着量を  $45 \text{ g/m}^2$  以上にすることで、切断端部 13 のせん断面（図 2 のせん断面 13c）にめっき金属が回り込みやすくなるため、切断加工後の耐食性を向上できる。

30

#### 【0038】

めっき鋼板の板厚（素地鋼板の板厚 + めっき層の厚み）は、任意であるが、 $2.0 \text{ mm}$  以下であってもよいし、 $2.0 \text{ mm}$  超であってもよい。めっき鋼板の板厚は、例えば  $0.8 \text{ mm}$  以上かつ  $6.0 \text{ mm}$  以下、より好ましくは  $2.0 \text{ mm}$  以上かつ  $4.5 \text{ mm}$  以下等であり得る。

#### 【0039】

[1-2. 加工品の切断端部]

次に、図 2 及び図 3 に基づいて、本実施形態に係る加工品 1 の切断端部 13 について説明する。図 2 は、図 1 の加工品 1 の領域 A における切断端部 13 を示し、左側は加工品 1 の中心軸を含む ZX 平面での断面図、右側は X 方向から側面視した図である。図 3 は、図 2 左側の断面図の詳細図である。なお、図 2 では、めっき層 13f1、13f2 の記載を省略している。

40

#### 【0040】

図 2 及び図 3 に示すように、加工品 1 の切断端部 13 は、加工品 1 の外面、例えば側壁 101 の外側面 101a と Z 方向に面一となるように形成されている。また、切断端部 13 は、加工品 1 の中心軸に平行な方向であり、側壁 101 の板厚方向（以下、「第 1 の方向」ともいう。）T1 と直交する方向（以下、「第 2 の方向」ともいう。）T2 に沿って形成されている。切断端部 13 は、例えば図 2 及び図 3 に示すように、第 2 の方向 T2 において、順に、せん断面 13c 及び破断面 13d を有する。

#### 【0041】

50

なお、図2では加工品の外側面101aと切断端部13との境界には曲面部Rdが僅かに存在するように誇張して示しているが、曲面部Rdは外側面101aと切断端部13との境界に大きな段差を生じさせるものではなく、外側面101aと切断端部13とは面一とみなすことができる。ここでは、切断端部13の面と側壁101の外側面101aとの段差が0.5mm以下であれば大きな段差はないと判断し、外側面101aと切断端部13とは面一とみなす。必要に応じて、この段差の上限は0.4mm、0.3mm、0.2mmまたは0.1mmとしてもよい。なお、加工品1の板厚tは、加工品1の側壁101の最下部の板厚とする。すなわち、側壁101の外側面101aと切断端部13との境界にある曲面部Rdの直上での側壁101の板厚を、加工品1の板厚tと定義する。

#### 【0042】

せん断面13cは、切断金型の刃先により加工品1の素体がせん断された面である。破断面13dは、切断金型の刃先から素体に発生したクラックが会合して破断された面である。破断面13dは、第2の方向T2においてせん断面13cに隣接している。破断面13dの下部側(すなわち、せん断面13cと反対側)には、バリが生じる場合がある。バリは、破断面13dが形成される際に素体が引き延ばされた部分、または、引きちぎられた部分である。

#### 【0043】

本実施形態に係る加工品製造方法により製造された加工品1は、図3に示すように、切断端部13のせん断面13cの一部がめっき層13f1により覆われている。めっき層13f1は、素体に切断金型の刃先が食い込んでいく際に、切断金型によって引き伸ばされることでせん断面13cに回り込む。このめっき層13f1の回り込みにより、せん断面13cの少なくとも一部がめっき層13f1により被覆される。せん断面13cのめっき層13f1によって被覆された部分では、赤錆の発生を抑えることができる。また、めっき層13f1がZn系めっき層であるとき、Zn系めっき層の犠牲防食作用により、めっき層13f1によって被覆された部分の近傍においても、赤錆の発生も抑えることができる。なお、図3に示す加工品1は、外側面101aと切断端部13との境界に段差がほとんどない加工品1であるため、図3では曲面部Rdの図示を省略している。

#### 【0044】

このとき、加工品1において、切断端部13のせん断面13cの少なくとも一部を覆うめっき層13f1の長さLは、加工品1の切断端部13の板厚t1(以下、「切断端部13の長さt1」ともいう。)の0.70倍以上である。すなわち、せん断面13cがめっき層13f1により覆われているめっき成分残存長さLと、加工品1の切断端部13の板厚t1との比L/t1は、0.70以上である。比L/t1は大きいほど好ましい。なお、比L/t1の下限は、0.75、0.78、0.81、0.83、0.85または0.88としてもよい。比L/t1の上限は1.00である。なお、切断端部13の板厚t1とは、図2に示すように、曲面部Rdの下端から胴部10の端面(図3の端面14a)までの第2の方向T2における長さである。

#### 【0045】

破断面13dは、素体に発生したクラックが会合した結果生成されるものであり、粗面状の新生面である。破断面13dでは、鋼素地の金属成分が露出している。せん断面13cを覆うめっき層13f1は、破断面13dまでは回り込み難い。このため、破断面13dは、切断端部13の他の面よりも先行して赤錆が発生しやすい。

#### 【0046】

本発明者らは、加工品1の切断端部13の板厚t1、切断加工の条件及び表面処理条件等を種々の範囲で変化させた実験を行い、赤錆の発生状況を調査した。加工品1の切断端部13の板厚t1は、後述する図5の左側に示すフランジ部20の板厚(すなわち、めっき鋼板の板厚)を変化させることにより、変化させた。その結果、めっき鋼板を切断加工する際に、せん断面13cにめっき層13f1を回り込ませ、比L/t1が0.70以上である加工品1を得ることを想到した。これにより、切断加工後の時間経過とともに切断端部13における赤錆の発生を抑制できることがわかった。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 7 】

また、加工品 1 の切断端部 1 3 の板厚方向（すなわち、第 2 の方向 T 2 ）に係る破断面 1 3 d の長さ（以下、「破断面長さ」ともいう。） $W 1$  は、0 mm 超かつ 1 . 0 mm 以下であるとよい。加工品 1 の破断面長さ  $W 1$  を 1 . 0 mm 以下とすれば、破断面 1 3 d で赤錆が発生したとしても目立たないことから、実用上問題とはならないと判断できる。加工品 1 の破断面長さ  $W 1$  は小さい方が好ましく、0 . 8 mm 以下または 0 . 6 mm 以下としてもよい。加工品 1 の破断面長さ  $W 1$  を 0 . 5 mm 以下、0 . 3 mm 以下または 0 . 2 mm 以下とすればより好ましい。また、破断面長さ  $W 1$  と加工品 1 の切断端部 1 3 の板厚  $t 1$  との比  $W 1 / t 1$  を、0 . 1 5 未満、0 . 1 0 未満、0 . 0 8 未満、0 . 0 6 未満または 0 . 0 4 未満としてもよい。なお、加工品 1 の破断面長さ  $W 1$  は 0 mm であってもよい。つまり、加工品 1 の切断端部 1 3 に破断面 1 3 d がなくてもよい。この場合、切断端部 1 3 は、第 2 の方向 T 2 において、せん断面 1 3 c のみを有する。

10

## 【 0 0 4 8 】

また、本実施形態に係る加工品 1 の開口部（図 4 の開口部 1 4 ）の端面 1 4 a は、平坦面 1 3 k を有する。図 1 に示したようなフランジを有しない製品においては、通常、胴部 1 0 の端面 1 4 a は他の部品との取付面となる。例えば、図 1 のモータケースの例では、図 4 に示すように、胴部 1 0 の端面 1 4 a に底板 1 5 を固定して、開口部が封止される。このとき、胴部 1 0 の端面 1 4 a の平坦面 1 3 k の長さ  $L t$  が大きいほど、底板 1 5 の取付面 1 5 a との接触面積が大きくなり、気密性を高めることができる。このような効果を得るためには、平坦面 1 3 k の長さ  $L t$  と、加工品 1 の側壁 1 0 1 の板厚  $t$  との比  $L t / t$  は、0 . 3 5 以上、0 . 4 0 以上または 0 . 5 0 以上であるとよく、0 . 6 0 以上、0 . 7 0 以上、0 . 8 0 以上または 0 . 8 5 以上であるのがより好ましい。

20

## 【 0 0 4 9 】

さらに、加工品 1 の切断端部 1 3 の破断面 1 3 d の下部側に生じるバリの長さは、0 . 2 mm 未満にしてもよい。バリは、打痕、電氣的短絡等の原因となり得る。バリの長さを 0 . 2 mm 未満として、なるべく加工品 1 にバリを残存させないようにすることで、打痕、電氣的短絡等の発生を抑制することができる。バリの長さは、0 . 1 mm 未満であるのがより好ましい。

## 【 0 0 5 0 】

本実施形態に係る加工品は、1 回の工程で切断するのではなく、半切断工程と仕上げ切断工程との 2 回の工程によりめっき鋼板を切断して製造される。これにより、より多くのめっき層 1 3 f 1 をせん断面 1 3 c に回り込ませた加工品 1 を得ることができる。以下、本実施形態に係る加工品製造方法について説明する。

30

## 【 0 0 5 1 】

## [ 1 - 3 . 加工品製造方法 ]

まず、図 5 に基づいて、本実施形態に係る加工品製造方法について説明する。図 5 は、本実施形態に係る加工品製造方法を示す説明図である。本実施形態に係る加工品製造方法は、図 5 に示すように、準備工程、半切断工程及び仕上げ切断工程を含む。

## 【 0 0 5 2 】

準備工程は、第 1 素体 2 を準備する工程である。第 1 素体 2 は、平板状のめっき鋼板に対して例えば絞り加工等の成形加工を施すことにより得ることができる。すなわち、第 1 素体 2 は、加工品 1 と同様にめっき鋼板を素材としている。第 1 素体 2 は、図 1 に示す切断端部 1 3 となる位置にフランジ部 2 0 を有している。フランジ部 2 0 は、平面視して外形が円形であってもよく非円形であってもよい。フランジ部 2 0 以外の部分については、第 1 素体 2 は加工品 1 と同等の形状を有し得る。なお、準備工程は、本発明の実施に不可欠な部分ではない。第三者により何らかの方法によって加工された素体を入手できれば、準備工程を省略することができる。

40

## 【 0 0 5 3 】

半切断工程は、第 1 素体 2 を半切断する工程である。半切断工程では、フランジ部 2 0 の半切断が行われる。半切断とは、フランジ部 2 0 の切断方向に、途中位置までフランジ

50

部 20 を切断する加工である。本実施形態において、フランジ部 20 は、最終的に製品外となる除去部分 20 a であり、加工品 1 の胴部 10 の側壁 101 となる部分との境界位置で切断される。フランジ部 20 の切断方向は、フランジ部 20 の板厚方向である。

【 0054 】

仕上げ切断工程は、第 1 素体 2 を仕上げ切断する工程である。仕上げ切断工程では、半切断されたフランジ部 20 を切断し、加工品 1 の胴部 10 の側壁 101 となる部分から切り離す。フランジ部 20 が切断されることで、側壁 101 と面一に切断端部 13 が形成された加工品 1 が得られる。加工品 1 の開口部 14 の端面 14 a は、図 3 に示すように、胴部 10 の内側面 101 b 側のめっき層 13 f 2 により覆われている。また、加工品 1 の開口部 14 の端面 14 a は、平坦面 13 k を有するように形成される。

10

【 0055 】

本実施形態に係る加工品製造方法の半切断工程及び仕上げ切断工程では、ダイ及びパンチを用いて第 1 素体 2 が加工される。以下、半切断工程及び仕上げ切断工程の詳細について、半切断工程で使用されるダイ及びパンチの刃先の形状に応じた 2 つの形態を説明する。ダイ及びパンチの刃先を「肩部」と称する場合もある。なお、以下の説明においては、加工品 1 を得るために用いる金型について、便宜的に、上方の金型（上型）をダイ、下方の金型（下型）をパンチと称する。したがって、本技術は、上方の金型（上型）をパンチといい、下方の金型（下型）をダイという場合にも当然に適用可能である。また、ダイ及びパンチの移動方向は、設置状態に応じて決まるものであり、上下方向に移動する場合もあれば水平方向に移動する場合もあり得る。

20

【 0056 】

（ a . 半切断工程で使用されるダイの刃先のみを R 形状とする場合 ）

まず、図 6 及び図 7 に基づいて、半切断工程で使用されるダイの刃先のみを R 形状とする場合の半切断工程及び仕上げ切断工程について説明する。図 6 は、半切断工程で使用されるダイの刃先を R 形状とする場合の半切断工程を示す説明図である。図 7 は、図 6 の半切断工程に続いて行われる仕上げ切断工程を示す説明図である。

【 0057 】

（半切断工程）

半切断工程では、図 6 に示すように、第 1 素体 2 のフランジ部 20 が、第 1 ダイ 31 及び第 1 パンチ 41 を用いて半切断される。図 6 では、半切断の一態様として、第 1 パンチ 41 及び第 1 ガイド 51 によって胴部 10 の側壁 101 となる部分が挟持された第 1 素体 2 から、フランジ部 20 を半抜きする態様を示している。第 1 ダイ 31 は、半切断においてフランジ部 20 に押し込まれる切断金型を構成する。本実施形態では、胴部 10 の側壁 101 の端面（図 3 の端面 14 a ）となる部分をpushする金型を第 1 パンチ 41 とし、フランジ部 20 （すなわち、除去部分 20 a ）をpushする金型を第 1 ダイ 31 とする。

30

【 0058 】

ここで、第 1 ダイ 31 と第 1 パンチ 41 とのクリアランス  $C_{31-41}$  は、マイナスクリアランスとされる。クリアランス  $C_{31-41}$  は、第 1 ダイ 31 と第 1 パンチ 41 との隙間を表し、具体的には、図 6 に示すように、第 1 ダイ 31 の側面 31 a と第 1 パンチ 41 の側面 41 a との距離で表される。クリアランスがない状態（すなわち、 $C_{31-41}$  がゼロのとき）を基準として、第 1 ダイ 31 の押し込み方向（すなわち、フランジ部 20 の板厚方向、Z 方向）から見て、第 1 ダイ 31 と第 1 パンチ 41 とが離隔している状態でのクリアランスをプラスクリアランスといい、第 1 ダイ 31 と第 1 パンチ 41 とが一部重なる状態でのクリアランスをマイナスクリアランスという。本明細書では、ダイとパンチとのクリアランスについて、プラスクリアランスを正の値、マイナスクリアランスを負の値で表す。

40

【 0059 】

図 6 に示すように、第 1 素体 2 を半切断する第 1 ダイ 31 及び第 1 パンチ 41 は、第 1 ダイ 31 の押し込み方向から見て、第 1 ダイ 31 と第 1 パンチ 41 とが一部重なるように配置されている。仮に、クリアランス  $C_{31-41}$  をプラスクリアランスとすると、1 回で

50

行う打抜き加工のように第1ダイ31及び第1パンチ41の刃先から発生したクラックが会合し、フランジ部20から除去部分20aが完全に切断されてしまう可能性がある。また、フランジ部20の切断位置が胴部10の側壁101から離れてしまい、切断端部13が側壁101と面一とならず、加工品1の外面に段差が生じてしまう。クリアランス $C_{31-41}$ をマイナスクリアランスとすることで、半切断工程においてフランジ部20(すなわち、除去部分20a)が第1素体2から完全に切断されることを回避し、切断端部13を側壁101と面一にすることができる。

【0060】

また、クリアランス $C_{31-41}$ をマイナスクリアランスとすることで、第1ダイ31及び第1パンチ41により挟み込まれた領域において大きな静水圧応力が発生する。このため、第1ダイ31がフランジ部20に押し込まれる際に発生する応力において、切断加工後にスクラップ(すなわち、除去部分20a)となる材料と胴部10の側壁101となる側壁材料との間に生じる引張応力が占める割合が減少する。その結果、切断加工後にスクラップとなる第1ダイ31の刃先先端に接する材料が第1ダイ31の刃先先端から第1ダイ31の側面31a側へ流動しやすくなり、せん断面13cへのめっき層13f1の回り込みを大きくすることができる。また、この引張応力の割合が減少することによって圧縮応力が高まり、本来スクラップとなる側へ流れる材料が側壁101となる側へ押し戻される。その結果、切断加工後に開口部14の端面14aとなる部分が圧縮され、平坦化される。

【0061】

第1ダイ31と第1パンチ41とのクリアランス $C_{31-41}$  [mm]は、下記式(a1)に示すように、 $-0.01$  mm以下、かつ、第1素体2の切断部分(すなわち、フランジ部20)の板厚 $t_1$  [mm]の $-0.35$ 倍以上に設定される。第1素体2の切断部分(すなわち、フランジ部20)の板厚 $t_1$ は、加工品1の切断端部13の板厚( $t_1$ )と等しい。

【0062】

$$-0.35 \times t_1 \leq C_{31-41} \leq -0.01 \quad \dots (a1)$$

【0063】

クリアランス $C_{31-41}$ が $-0.01$  mm以下であれば、プレス機械のスライド精度や金型の芯ズレ等により部分的にプラスクリアランスとなることもなく、マイナスクリアランスを維持できる。その結果、半切断中にクラックが発生して完全な切断が生じてしまい、大きな破断面が発生することもない。一方、クリアランス $C_{31-41}$ がフランジ部20の板厚 $t_1$ の $-0.35$ 倍以上であれば、半切断に必要な成形荷重は増大せず、プレス能力を超過することもない。したがって、金型への負担も小さく、金型寿命の低下を抑制することができる。

【0064】

より好ましくは、クリアランス $C_{31-41}$ は、フランジ部20の板厚 $t_1$ の $-0.30$ 倍以上、 $-0.25$ 倍以上、または、 $-0.20$ 倍以上とする。クリアランス $C_{31-41}$ をフランジ部20の板厚 $t_1$ の $-0.30$ 倍以上、 $-0.25$ 倍以上、または、 $-0.20$ 倍以上とすることで、切断加工後に開口部14の端面14aの平坦面13kの幅 $L_t$ を、加工品1の側壁101の板厚 $t$ の $0.35$ 倍以上とすることができる。クリアランス $C_{31-41}$ の上限は、フランジ部20の板厚 $t_1$ の $-0.05$ 倍、 $-0.10$ 倍、または、 $-0.15$ 倍としてもよい。

【0065】

第1ダイ31の刃先は、図6に示すように、曲率半径 $R_1$ を有するR形状とする。図6に示すように、第1ダイ31がフランジ部20に押し込まれるため、第1ダイ31の刃先を、曲率半径 $R_1$ を有するR形状とする。

【0066】

曲率半径 $R_1$ は、下記式(a2)に示すように、第1素体2のフランジ部20の板厚 $t_1$  [mm]の $0.10$ 倍以上かつ $0.50$ 倍以下である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 7 】

$$0.1 \times t_1 \quad R_1 \quad 0.5 \times t_1 \quad \dots (a_2)$$

## 【 0 0 6 8 】

曲率半径  $R_1$  が板厚  $t_1$  の  $0.10$  倍以上であれば、めっき層  $13f_1$  を削り取ることなくマイナスクリアランス下で大きな静水圧力が発生し、第1ダイ31直下のスクラップとなる材料を第1ダイ31の刃先から第1ダイ31の側面31a側へ流動させることができる。この流動により、第1ダイ31がフランジ部20に押し込まれる際に発生する応力において、切断加工後にスクラップ（すなわち、除去部分20a）となる材料と胴部10の側壁101となる側壁材料との間に生じる引張応力が占める割合が減少する。その結果、せん断面13cめっき層13f1に回り込ませることができる。一方、曲率半径  $R_1$  を板厚  $t_1$  の  $0.50$  倍以下とすれば、半切断の際に第1ダイ31の刃先に位置する材料が少なくなり、続いて行われる仕上げ切断において破断面13dの生成を低減することができる。

10

## 【 0 0 6 9 】

なお、第1パンチ41の刃先は、図6に示すように丸みがない角形とする。このとき、第1パンチ41の刃先は、第1素体2のフランジ部20の板厚  $t_1$  の  $0.1$  倍未満の曲率半径を有していてもよい。第1パンチ41の刃先の曲率半径は、必要に応じて、第1素体2のフランジ部20の板厚  $t_1$  の  $0.06$  倍未満、 $0.04$  倍未満または  $0.02$  倍未満としてもよい。

## 【 0 0 7 0 】

第1素体2のフランジ部20への第1ダイ31の押込み量  $D$  [mm] は、下記式 (a3) に示すように、第1素体2の切断部分（すなわち、フランジ部20）の板厚  $t_1$  [mm] の  $0.70$  倍以上に設定される。押込み量  $D$  は、図6に示すように、第1ダイ31が第1素体2のフランジ部20の上面に接触した位置から、第1ダイ31の押込みを停止する位置（以下、この位置を「下死点」ともいう。）までの、第1ダイ31の移動量である。また、下死点での第1ダイ31と第1パンチ41との間隔  $C_{P-D}$  [mm] は、下記式 (a4) に示すように、 $0.20$  mm以上に設定される。

20

## 【 0 0 7 1 】

$$D \geq 0.70 \times t_1 \quad \dots (a_3)$$

$$C_{P-D} \geq 0.20 \quad \dots (a_4)$$

30

## 【 0 0 7 2 】

半切断後にフランジ部20（すなわち、除去部分20a）が第1素体2に残存している残存板厚  $t_2$  は、フランジ部20の板厚  $t_1$  [mm] の  $0.30$  倍以下としてもよい。ここで、残存板厚  $t_2$  とは、加工品1の側壁101の外側面101aにおける残存板厚である。押込み量  $D$  が板厚  $t_1$  の  $0.70$  倍以上であれば、続いて行われる仕上げ切断において破断面13dが生成され難くなる。一方、下死点での第1ダイ31と第1パンチ41との間隔  $C_{P-D}$  を  $0.20$  mm以上確保することで、半切断中にクラックが発生して部分的に完全な切断が生じてしまうことを回避できる。また、金型への負担も小さく、金型寿命の低下を抑制することができる。なお、間隔  $C_{P-D}$  は、下死点での第1ダイ31と第1パンチ41との間隔の最小値とする。

40

## 【 0 0 7 3 】

なお、第1素体2のフランジ部20への第1ダイ31の押込み量  $D$  は、上記式 (a3) に示したように、第1素体2のフランジ部20の板厚  $t_1$  [mm] の  $0.70$  倍以上であればよいが、 $0.95$  倍以下に設定してもよい ( $0.70 \times t_1 \leq D \leq 0.95 \times t_1$ )。

## 【 0 0 7 4 】

残存板厚  $t_2$  は、図6の中央の図に示すように、フランジ部20の板厚  $t_1$  からフランジ部20への第1ダイ31の押込み量  $D$  を減算した値に曲率半径  $R_1$  を加えた値 ( $t_2 = t_1 - D + R_1$ ) である。このため、残存板厚  $t_2$  は、下死点での第1ダイ31と第1パンチ41との間隔  $C_{P-D}$  と異なる。押込み量  $D$  が板厚  $t_1$  の  $0.70$  倍以上であれば、続いて行われる仕上げ切断において破断面13dが生成され難くなる。一方、押込み量  $D$  が

50

板厚  $t_1$  の  $0.95$  倍以下であれば、プレス機械のスライド精度や金型の芯ズレ等により、半切断中にクラックが発生して完全な切断が生じてしまい、大きな破断面が発生することもない。また、金型への負担も小さく、金型寿命の低下を抑制することができる。

【0075】

(仕上げ切断工程)

仕上げ切断工程では、図7に示すように、半切断されたフランジ部20が、第2ダイ32及び第2パンチ42を用いて仕上げ切断される。図7では、仕上げ切断の一態様として、第2パンチ42及び第2ガイド52によって胴部10の側壁101となる部分を挟持して、第1素体2からフランジ部20(すなわち、除去部分20a)を仕上げ打ち抜きする態様を示している。第2ダイ32は、仕上げ切断においてフランジ部20に押し込まれる切断金型を構成する。本実施形態では、胴部10の側壁101の端面(図3の端面14a)となる部分を押さえる金型を第2パンチ42とし、フランジ部20(すなわち、除去部分20a)を押さえる金型を第2ダイ32とする。第2ダイ32は、第1ダイ31と同一であってもよい。つまり、半切断工程で使用した第1ダイ31を、仕上げ切断工程で第2ダイ32として使用してもよい。

10

【0076】

第2ダイ32と第1素体2との位置関係は、第1ダイ31と第1素体2との位置関係と同一であることが好ましい。これらの位置関係が同一でない場合、例えば第2ダイ32の径が第1ダイ31の径より大きいと、切断端部13に段差が生じる。逆に例えば第2ダイ32の径が第1ダイ31の径より小さいと、半切断工程で生成された半切断された切断端部に第2ダイ32が接触し、せん断面13cに回り込んだめっき層13fを第2ダイ32が削り落とすおそれがある。

20

【0077】

本実施形態に係る仕上げ切断は、半切断と同じ方向から行われる。すなわち、図6に示すように半切断においてフランジ部20の上方からフランジ部20に第1ダイ31を押し込んだとき、図7に示すように仕上げ切断においてもフランジ部20の上方からフランジ部20に第2ダイ32を押し込む。これにより、第1素体2から除去部分20aが分離される。

【0078】

第2ダイ32と第2パンチ42とのクリアランス  $C_{32-42}$  は、プラスクリアランスとする。クリアランス  $C_{32-42}$  は、第2ダイ32の側面32aと第2パンチ42の側面42aとの距離で表される。ここで、半切断工程と同様に、第2ダイ32と第2パンチ42とが離隔している状態でのクリアランスをプラスクリアランスといい、第2ダイ32と第2パンチ42とが一部重なる状態でのクリアランスをマイナスクリアランスという。

30

【0079】

第2ダイ32と第2パンチ42とのクリアランス  $C_{32-42}$  [mm] は、下記式(5)に示すように、 $0.01$  mm以上、かつ、半切断後に除去部分20aが第1素体2のフランジ部20に残存している残存板厚  $t_2$  の  $0.2$  倍以下に設定される。

【0080】

$$0.01 < C_{32-42} < 0.2 \times t_2 \quad \dots (5)$$

40

【0081】

クリアランス  $C_{32-42}$  が  $0.01$  mm以上であれば、仕上げ切断の際に、プレス機械のスライド精度や金型の芯ズレ等が生じて、第2ダイ32の刃と第2パンチ42の刃とが接触することがない。一方、クリアランス  $C_{32-42}$  が残存板厚  $t_2$  の  $0.2$  倍以下であれば、破断面13dの先端にバリが生成しにくくなる。クリアランス  $C_{32-42}$  の下限は、残存板厚  $t_2$  の  $0.05$  倍、または、 $0.10$  倍としてもよい。

【0082】

第2ダイ32の刃先は、曲率半径  $R_2$  を有するR形状である。図7に示すように、第2ダイ32がフランジ部20の仕上げ切断が行われる部分に押し込まれるため、第2ダイ32の刃先を、曲率半径  $R_2$  を有するR形状とする。なお、第2パンチ42の刃先は、図7

50

に示すように丸みがない角形とする。このとき、第2パンチ42の刃先は、0.25mm未満、0.15mm未満、0.10mm未満または0.05mm未満の曲率半径を有していてもよい。もしくは、第2パンチ42の刃先の曲率半径は、第1素体2のフランジ部20の板厚 $t_1$ の0.1倍未満としてもよく、必要に応じて、0.06倍未満、0.04倍未満または0.02倍未満としてもよい。

【0083】

曲率半径 $R_2$  [mm] は、下記式(6)に示すように、0.25mm以上、かつ半切断が行われた部分の残存板厚 $t_2$ の1.50倍以下とする。

【0084】

$$0.25 \leq R_2 \leq 1.50 \times t_2 \quad \dots (6)$$

10

【0085】

曲率半径 $R_2$ が0.25mm以上であれば、せん断面13cに回り込んだめっき層13f1を第2ダイ32が削り落とすことがない。一方、曲率半径 $R_2$ が残存板厚 $t_2$ の1.50倍以下であれば、破断面13dの先端にバリが生成しにくくなる。

【0086】

なお、第2ダイ32の内径 $D_{32}$ は、第1ダイ31の内径 $D_{31}$ と同一または若干大きくされる。具体的には、第1ダイ31の内径 $D_{31}$ と第2ダイ32の内径 $D_{32}$ との差 $D_{32} - D_{31}$ は、1.00mm以下とするのが望ましい。これにより、半切断工程と仕上げ切断工程との2回の工程を実施するためにダイ31、32の内径差 $D_{32} - D_{31}$ によって加工品1の切断端部13に生じる段差を小さくすることができ、良好な切断断面を得ることができる。なお、加工品1の品質として、切断端部13の段差が許容される場合には、内径差 $D_{32} - D_{31}$ は1.00mm超であってもよい。内径差 $D_{32} - D_{31}$ の上限は、小さい方が好ましく、0.75mm、0.50mm、0.35mmまたは0.20mmとしてもよい。内径差 $D_{32} - D_{31}$ の下限は0mmである。

20

【0087】

(b. 半切断工程で使用されるダイ及びパンチの刃先をR形状とする場合)

次に、図8及び図9に基づいて、半切断工程で使用されるダイ及びパンチの刃先をR形状とする場合の半切断工程及び仕上げ切断工程について説明する。図8は、半切断工程で使用されるダイ及びパンチの刃先をR形状とする場合の半切断工程を示す説明図である。図9は、図8の半切断工程に続いて行われる仕上げ切断工程を示す説明図である。

30

【0088】

(半切断工程)

半切断工程では、図8に示すように、第1素体2のフランジ部20が、第1ダイ31及び第1パンチ41を用いて半切断される。図8では、図6と同様、半切断の一態様として、第1パンチ41及び第1ガイド51によって胴部10の側壁101となる部分が挟持された第1素体2から、フランジ部20を半抜きする態様を示している。第1ダイ31は、半切断においてフランジ部20に押し込まれる切断金型を構成する。本実施形態では、胴部10の側壁101の端面(図3の端面14a)となる部分を押しさえる金型を第1パンチ41とし、フランジ部20(すなわち、除去部分20a)を押しさえる金型を第1ダイ31とする。

40

【0089】

第1ダイ31と第1パンチ41とのクリアランス $C_{31-41}$ は、マイナスクリアランスである。したがって、図8に示すように、第1素体2を半切断する第1ダイ31及び第1パンチ41は、第1ダイ31の押し込み方向から見て、第1ダイ31と第1パンチ41とが一部重なるように配置されている。クリアランス $C_{31-41}$ をマイナスクリアランスとすることで、半切断工程において第1素体2からフランジ部20(すなわち、除去部分20a)が完全に切断されることを回避し、切断端部13を側壁101と面一にすることができる。なお、本形態bにおけるクリアランス $C_{31-41}$ 、マイナスクリアランス及びブラクリアランスの意味は、上記形態aと同一である。

【0090】

50

また、クリアランス $C_{31-41}$ をマイナスクリアランスとすることで、第1ダイ31及び第1パンチ41により挟み込まれた領域において大きな静水圧応力が発生する。このため、第1ダイ31がフランジ部20に押し込まれる際に発生する応力において、切断加工後にスクラップ(すなわち、除去部分20a)となる材料と胴部10の側壁101となる側壁材料との間に生じる引張応力が占める割合が減少する。その結果、切断加工後にスクラップとなる第1ダイ31の刃先先端に接する材料が第1ダイ31の刃先先端から第1ダイ31の側面31a側へ流動しやすくなり、せん断面13cへのめっき層13f1の回り込みを大きくすることができる。また、この引張応力の割合が減少することによって圧縮応力が高まり、本来スクラップとなる側へ流れる材料が側壁101となる側へ押し戻される。その結果、切断加工後に開口部14の端面14aとなる部分が圧縮され、平坦化される。

10

## 【0091】

第1ダイ31と第1パンチ41とのクリアランス $C_{31-41}$  [mm]は、下記式(b1)に示すように、第1素体2の切断部分(すなわち、フランジ部20)の板厚 $t_1$  [mm]の $-0.10$ 倍以下、かつ、 $-0.45$ 倍以上に設定されている。

## 【0092】

$$-0.45 \times t_1 \leq C_{31-41} \leq -0.10 \times t_1 \quad \dots (b1)$$

## 【0093】

クリアランス $C_{31-41}$ がフランジ部20の板厚 $t_1$ の $-0.10$ 倍以下であれば、第1ダイ31及び第1パンチ41により挟み込まれた領域において大きな静水圧応力が発生し、引張応力の割合が減少する。その結果、半切断中にクラックが発生して完全な切断が生じてしまい、大きな破断面が発生することがなくなり、半切断工程においてフランジ部20(すなわち、除去部分20a)が第1素体2から完全に切断されることを回避できる。一方、クリアランス $C_{31-41}$ がフランジ部20の板厚 $t_1$ の $-0.45$ 倍以上であれば、半切断に必要な成形荷重は増大せず、プレス能力を超過することもない。したがって、金型への負担も小さく、金型寿命の低下を抑制することができる。

20

## 【0094】

より好ましくは、クリアランス $C_{31-41}$ は、フランジ部20の板厚 $t_1$ の $-0.15$ 倍以下とする。クリアランス $C_{31-41}$ をフランジ部20の板厚 $t_1$ の $-0.15$ 倍以下または $-0.20$ 倍以下とすることで、切断加工後に開口部14の端面14aの平坦面13kの幅 $L_t$ を、より確実に加工品1の側壁101の板厚 $t$ の $0.35$ 倍以上とすることができる。クリアランス $C_{31-41}$ の下限は、フランジ部20の板厚 $t_1$ の $-0.40$ 倍、 $-0.35$ 倍、または、 $-0.30$ 倍としてもよい。

30

## 【0095】

本形態においては、図8に示すように、第1ダイ31及び第1パンチ41の刃先は、R形状とする。第1ダイ31の刃先の曲率半径 $R_{11}$  [mm]、及び、第1パンチ41の刃先の曲率半径 $R_{12}$  [mm]は、下記式(b2-1)、式(b2-2)に示すように、第1素体2の切断部分(すなわち、フランジ部20)の板厚 $t_1$  [mm]の $0.10$ 倍以上かつ $0.65$ 倍以下とする。なお、第1ダイ31の刃先の曲率半径 $R_{11}$ と第1パンチ41の刃先の曲率半径 $R_{12}$ とは、同一であってもよく、異なってもよい。

40

## 【0096】

$$0.10 \times t_1 \leq R_{11} \leq 0.65 \times t_1 \quad \dots (b2-1)$$

$$0.10 \times t_1 \leq R_{12} \leq 0.65 \times t_1 \quad \dots (b2-2)$$

## 【0097】

曲率半径 $R_{11}$ 、 $R_{12}$ が板厚 $t_1$ の $0.10$ 倍以上であれば、めっき層13f1を削り取ることなくマイナスクリアランス下で大きな静水圧力が発生し、第1ダイ31直下のスクラップとなる材料を第1ダイ31の刃先から第1ダイ31の側面31a側へ流動させることができる。この流動により、第1ダイ31がフランジ部20に押し込まれる際に発生する応力において、切断加工後にスクラップ(すなわち、除去部分20a)となる材料と胴部10の側壁101となる側壁材料との間に生じる引張応力が占める割合が減少する

50

。その結果、せん断面 13c めっき層 13f1 に回り込ませることができる。一方、曲率半径 R11、R12 を板厚 t1 の 0.65 倍以下とすれば、半切断の際に第 1 ダイ 31 の刃先に位置する材料が少なくなり、続いて行われる仕上げ切断において破断面 13d の生成を低減することができる。

【0098】

第 1 素体 2 のフランジ部 20 への第 1 ダイ 31 の押込み量 D [mm] は、下記式 (b3) に示すように、第 1 素体 2 の切断部分 (すなわち、フランジ部 20) の板厚 t1 [mm] の 0.70 倍以上に設定される。押込み量 D は、第 1 ダイ 31 が第 1 素体 2 のフランジ部 20 の上面に接触した位置から、第 1 ダイ 31 の押込みを停止する位置 (以下、この位置を「下死点」ともいう。) までの、第 1 ダイ 31 の移動量である。下死点での第 1 ダイ 31 と第 1 パンチ 41 との間隔 Cp-D [mm] は、下記式 (b4) に示すように、0.20 mm 以上に設定される。

10

【0099】

$$D \geq 0.70 \times t1 \quad \dots (b3)$$

$$Cp-D \geq 0.20 \quad \dots (b4)$$

【0100】

半切断後にフランジ部 20 (すなわち、除去部分 20a) が第 1 素体 2 に残存している残存板厚 t2 は、フランジ部 20 の板厚 t1 [mm] の 0.30 倍以下としてもよい。ここで、残存板厚 t2 とは、加工品 1 の側壁 101 の外側面 101a における残存板厚であり、間隔 Cp-D とは異なる。押込み量 D がフランジ部 20 の板厚 t1 の 0.70 倍以上であれば、続いて行われる仕上げ切断において破断面 13d が生成され難くなる。一方、下死点での第 1 ダイ 31 と第 1 パンチ 41 との間隔 Cp-D を 0.20 mm 以上確保することで、半切断中にクラックが発生して部分的に完全な切断が生じてしまうことを回避できる。また、金型への負担も小さく、金型寿命の低下を抑制することができる。なお、間隔 Cp-D は、下死点での第 1 ダイ 31 と第 1 パンチ 41 との間隔の最小値とする。

20

【0101】

第 1 ダイ 31 及び第 1 パンチ 41 の刃先を R 形状とすることで、図 6 に示したように第 1 ダイ 31 または第 1 パンチ 41 の一方のみ刃先を R 形状とした場合に比べ、半切断工程でのフランジ部 20 の切断量を大きくすることができる。すなわち、第 1 ダイ 31 及び第 1 パンチ 41 の刃先を R 形状とすることで、図 6 に示したように第 1 ダイ 31 または第 1 パンチ 41 の一方のみ刃先を R 形状とした場合に比べ、半切断後に第 1 素体 2 にフランジ部 20 (すなわち、除去部分 20a) が残存している残存板厚 t2 を小さくすることができる。

30

【0102】

上記形態 a のように第 1 ダイ 31 のみ刃先を R 形状とした場合は、第 1 ダイ 31 の押込み量 D を切断部分 (すなわち、フランジ部 20) の板厚 t1 以上とすると、第 1 ダイ 31 の刃先が第 1 パンチ 41 の刃先に接触してしまう。このため、上記形態 a では、第 1 ダイ 31 の押込み量 D をフランジ部 20 の板厚 t1 以上とすることはできない。しかし、第 1 ダイ 31 及び第 1 パンチ 41 の刃先を R 形状とすれば、図 8 に示すように、第 1 ダイ 31 の刃先が第 1 パンチ 41 の刃先に接触するまでの、第 1 ダイ 31 の押込み可能な量が大きくなる。このため、形態 a に比べてフランジ部 20 の切断量をより大きくすることが可能となり、切断端部 13 におけるせん断面 13c の割合を大きくすることができる。これにより、めっき層 13f1 をせん断面 13c により多く回り込ませることができ、めっき層 13f1 により覆われる切断端部 13 の割合を増加させることができる。また、残存板厚 t2 が小さくなることで仕上げ切断工程での切断量が小さくなり、仕上げ切断された部位の一部にめっき層が残存していない状態を回避することができる。

40

【0103】

(仕上げ切断工程)

仕上げ切断工程では、図 9 に示すように、半切断されたフランジ部 20 が、第 2 ダイ 32 及び第 2 パンチ 42 を用いて仕上げ切断される。仕上げ切断工程は、図 7 に示した、第

50

1 ダイ 3 1 または第 1 パンチ 4 1 の一方のみ刃先を R 形状として半切断を行った後に実施される仕上げ切断工程と同様に行えばよい。

【 0 1 0 4 】

図 9 では、仕上げ切断の一態様として、第 2 パンチ 4 2 及び第 2 ガイド 5 2 によって胴部 1 0 の側壁 1 0 1 となる部分を挾持して、第 1 素体 2 からフランジ部 2 0 (すなわち、除去部分 2 0 a) を仕上げ打ち抜きする態様を示している。第 2 ダイ 3 2 は、仕上げ切断においてフランジ部 2 0 に押し込まれる切断金型を構成する。本実施形態では、胴部 1 0 の側壁 1 0 1 の端面 (図 3 の端面 1 4 a) となる部分を押さえる金型を第 2 パンチ 4 2 とし、フランジ部 2 0 (すなわち、除去部分 2 0 a) を押さえる金型を第 2 ダイ 3 2 とする。第 2 ダイ 3 2 は、第 1 ダイ 3 1 と同一であってもよい。つまり、半切断工程で使用した第 1 ダイ 3 1 を、仕上げ切断工程で第 2 ダイ 3 2 として使用してもよい。

10

【 0 1 0 5 】

第 2 ダイ 3 2 と第 1 素体 2 との位置関係は、第 1 ダイ 3 1 と第 1 素体 2 との位置関係と同一であることが好ましい。これらの位置関係が同一でない場合、例えば第 2 ダイ 3 2 の径が第 1 ダイ 3 1 の径より大きいと、切断端部 1 3 に段差が生じる。逆に例えば第 2 ダイ 3 2 の径が第 1 ダイ 3 1 の径より小さいと、半切断工程で生成された半切断された切断端部に第 2 ダイ 3 2 が接触し、せん断面 1 3 c に回り込んだめっき層 1 3 f を第 2 ダイ 3 2 が削り落とすおそれがある。

【 0 1 0 6 】

本実施形態に係る仕上げ切断は、半切断と同じ方向から行われる。すなわち、図 8 に示すように半切断においてフランジ部 2 0 の上方からフランジ部 2 0 に第 1 ダイ 3 1 を押し込んだとき、図 9 に示すように仕上げ切断においてもフランジ部 2 0 の上方からフランジ部 2 0 に第 2 ダイ 3 2 を押し込む。これにより、第 1 素体 2 から除去部分 2 0 a が分離される。

20

【 0 1 0 7 】

第 2 ダイ 3 2 と第 2 パンチ 4 2 とのクリアランス  $C_{32-42}$  [mm] は、プラスクリアランスである。第 2 ダイ 3 2 と第 2 パンチ 4 2 とのクリアランス  $C_{32-42}$  は、上記式 (5) に示したように、0.01 mm 以上、かつ、半切断後に除去部分 2 0 a が第 1 素体 2 に残存している残存板厚  $t_2$  の 0.2 倍以下に設定される。クリアランス  $C_{32-42}$  が 0.01 mm 以上であれば、仕上げ切断の際に、プレス機械のスライド精度や金型の芯ズレ等が生じて、第 2 ダイ 3 2 の刃と第 2 パンチ 4 2 の刃とが接触することがない。一方、クリアランス  $C_{32-42}$  が残存板厚  $t_2$  の 0.2 倍以下であれば、破断面 1 3 d の先端にバリが生成しにくくなる。

30

【 0 1 0 8 】

第 2 ダイ 3 2 の刃先は、曲率半径  $R_2$  を有する R 形状である。図 9 に示すように、第 2 ダイ 3 2 がフランジ部 2 0 の仕上げ切断が行われる部分に押し込まれるため、第 2 ダイ 3 2 の刃先を、曲率半径  $R_2$  を有する R 形状とする。なお、第 2 パンチ 4 2 の刃先は、図 7 に示すように丸みがない角形であってもよく、曲率半径を有していてもよい。第 2 パンチ 4 2 の刃先を丸みがない角形とすれば、破断面 1 3 d の先端に生じるバリをより小さくできる。第 2 パンチ 4 2 の刃先の曲率半径は、1.00 mm 未満、0.50 mm 未満、0.20 mm 未満、0.10 mm 未満または 0.05 mm 未満としてもよい。もしくは、第 2 パンチ 4 2 の刃先の曲率半径は、第 1 素体 2 のフランジ部 2 0 の板厚  $t_1$  の 0.3 倍未満としてもよく、必要に応じて、0.1 倍未満、0.06 倍未満、0.04 倍未満または 0.02 倍未満としてもよい。

40

【 0 1 0 9 】

曲率半径  $R_2$  [mm] は、上記式 (6) に示したように、0.25 mm 以上、かつ半切断が行われた部分の残存板厚  $t_2$  の 1.50 倍以下とする。曲率半径  $R_2$  が 0.25 mm 以上であれば、せん断面 1 3 c に回り込んだめっき層 1 3 f 1 を第 2 ダイ 3 2 が削り落とすことがない。一方、曲率半径  $R_2$  が残存板厚  $t_2$  の 1.50 倍以下であれば、破断面 1 3 d の先端にバリが生成しにくくなる。

50

## 【 0 1 1 0 】

以上、本発明の第 1 の実施形態に係る加工品製造方法について説明した。本実施形態によれば、めっき鋼板から形成され、フランジ部 2 0 を有する第 1 素体 2 を切断対象として、第 1 ダイ 3 1 と第 1 パンチ 4 1 とのクリアランスがマイナスクリアランスに設定された第 1 ダイ 3 1 及び第 1 パンチ 4 1 を用いて、第 1 素体 2 のフランジ部 2 0 を半切断する半切断工程と、第 2 ダイ 3 2 及び第 2 パンチ 4 2 を用いて、半切断されたフランジ部 2 0 を半切断と同一方向から仕上げ切断して、胴部 1 0 の側壁 1 0 1 と面一な切断端部 1 3 を有する加工品 1 を得る仕上げ切断工程と、を含む。

## 【 0 1 1 1 】

このような 2 回の工程により切断された加工品 1 の切断端部 1 3 は、切断部分の板厚方向にせん断面 1 3 c 及び破断面 1 3 d を順に有している。せん断面 1 3 c は、少なくとも一部がめっき層 1 3 f 1 により覆われている。このとき、せん断面 1 3 c がめっき層 1 3 f 1 により覆われているめっき成分残存長さ  $L$  と、加工品 1 の切断端部 1 3 の板厚  $t_1$  との比  $L / t_1$  は、0.70 以上である。このように、加工品 1 は、より多くのめっき層 1 3 f 1 がせん断面 1 3 c に回り込んでいる。板厚 2.0 mm 超のめっき鋼板を素材として用いた場合であっても、耐食性及び形状品質を良好とすることができる。

10

## 【 0 1 1 2 】

また、本実施形態に係る加工品製造方法では、半切断工程及び仕上げ切断工程にて用いる金型について、少なくともダイの刃先を R 形状とする。これにより、加工品 1 の胴部 1 0 と切断部分に押し込まれるダイとの間に隙間を設ける必要がなくなる。その結果、加工品 1 の外面に段差のない、胴部 1 0 と面一な切断端部 1 3 を有する加工品 1 を得ることができる。ダイの刃先も鋭利である場合には、刃物であるダイが胴部 1 0 と接触しないように、胴部 1 0 から離隔して設置される。切断部分に押し込まれるダイが胴部 1 0 と接触すると、胴部 1 0 の表面のめっき層 1 3 f 1 を削り取ってしまうためである。このようにダイが胴部 1 0 から離隔して設置されると、フランジ部 2 0 を切断した後の加工品 1 の外面には段差が生じることとなる。本実施形態に係る加工品製造方法によれば、加工品 1 の胴部 1 0 と切断部分に押し込まれるダイとの間に隙間を設ける必要がないため、胴部 1 0 と面一な切断端部 1 3 を有する加工品 1 を得ることができる。

20

## 【 0 1 1 3 】

また、本実施形態に係る加工品製造方法によれば、加工品 1 の開口部 1 4 の端面 1 4 a を平坦化することができる。本実施形態に係る加工品製造方法では、半切断工程におけるダイとパンチとのクリアランス  $C_{31-41}$  をマイナスクリアランスとすることで、第 1 ダイ 3 1 及び第 1 パンチ 4 1 により挟み込まれた領域において大きな静水圧応力が生じる。これにより、切断加工後に開口部 1 4 の端面 1 4 a となる部分が圧縮され、大きな平坦面 1 3 k を形成することができる。図 1 に示したようなフランジを有しない製品においては、通常、胴部 1 0 の端面 1 4 a は他の部品との取付面となる。大きな平坦面 1 3 k を形成することにより、他の部品に取り付ける際に他の部品の取付面と胴部 1 0 の端面との接触面積を大きくすることができ、気密性を高めることができる。

30

## 【 0 1 1 4 】

さらに、本実施形態に係る加工品製造方法により、より多くのめっき層 1 3 f をせん断面 1 3 c に回り込ませることができたため、切断加工後の時間経過とともに発生する切断端部 1 3 における赤錆を抑制することができる。

40

## 【 0 1 1 5 】

また、第 2 ダイ 3 2 及び第 2 パンチ 4 2 間のクリアランス  $C_{32-42}$  は、0.01 mm 以上、かつ半切断が行われた部分の第 1 素体 2 への残存板厚  $t_2$  の 0.2 倍以下に設定される。これにより、仕上げ切断の際に第 2 ダイ 3 2 の刃と第 2 パンチ 4 2 の刃が接触して破損することを回避しつつ、バリの生成を抑えることができる。

## 【 0 1 1 6 】

また、第 1 素体 2 の仕上げ切断の対象となる部分に押し込まれる第 2 ダイ 3 2 の刃先先端には、0.25 mm 以上、かつ、半切断が行われた部分の残存板厚  $t_2$  の 1.50 倍以

50

下の曲率半径 R 2 を有する湾曲形状が設けられる。これにより、せん断面 1 3 c に回り込んだめっき層 1 3 f 1 を切断金型が削り落とされることを回避しつつ、バリの生成を抑えることができる。

【 0 1 1 7 】

[ 2 . 第 2 の実施形態 ]

次に、図 1 0 に基づいて、本発明の第 2 の実施形態に係る加工品製造方法について説明する。図 1 0 は、本発明の第 2 の実施形態に係る加工品製造方法を示す説明図である。本実施形態に係る加工品製造方法は、図 1 0 に示すように、準備工程、半切断工程、仕上げ切断工程及びコイニング工程を含む。

【 0 1 1 8 】

本実施形態に係る加工品製造方法は、図 6 に示した第 1 の実施形態に係る加工品製造方法に、コイニング工程を付加した方法である。図 1 0 に示すように、本実施形態においても、第 1 の実施形態と同様に、準備工程にて準備された第 1 素体 2 に対して、半切断工程及び仕上げ切断工程が行われる。したがって、準備工程、半切断工程及び仕上げ切断工程については、詳細な説明を省略する。

【 0 1 1 9 】

コイニング工程は、仕上げ切断工程で得られた加工品を第 2 素体 6 として、第 2 素体 6 に対してコイニング加工を行う。コイニング工程では、仕上げ切断工程の後に、破断面 1 3 d 側の切断端部 1 3 の角部 1 3 g をコイニング下型 ( 図 1 1 のコイニング下型 7 ) に押し当てて、その角部にコイニング面 1 3 h が形成された加工品 1 を得る。コイニング加工により、粗面状の新生面である破断面 1 3 d の領域を狭くすることができ、赤錆発生領域を抑えることができる。また、コイニング加工により、バリを潰すことができ、加工品 1 におけるバリの残存をより確実に抑えることができる。

【 0 1 2 0 】

図 1 1 ~ 図 1 4 に基づいて、コイニング工程についてより詳細に説明する。図 1 1 は、コイニング加工に用いる金型の一例を示す模式図である。図 1 2 は、図 1 1 の領域 B の部分拡大図である。図 1 3 は、コイニング工程後の加工品 1 の切断端部を示し、左側は加工品 1 の中心軸を含む Z X 平面での断面図、右側は X 方向から側面視した図である。図 1 4 は、コイニング工程後の加工品 1 の切断端部の一例を示す写真である。

【 0 1 2 1 】

なお、図 1 3 では、図 2 と同様、めっき層 1 3 f 1、1 3 f 2 の記載を省略している。また、図 1 3 では加工品の外側面 1 0 1 a と切断端部 1 3 との境界には曲面部 R d が僅かに存在するように誇張して示しているが、曲面部 R d は外側面 1 0 1 a と切断端部 1 3 との境界に段差を生じさせるものではなく、外側面 1 0 1 a と切断端部 1 3 とは面一とみなすことができる。また、図 1 4 に示す加工品 1 の切断端部 1 3 は、胴部 1 0 の外面と面一ではなく、胴部 1 0 の外周にフランジ部がある加工品の切断端部であって当該フランジ部の先端にある。図 1 4 に示す加工品は、本実施形態の加工品 1 とは異なるが、本実施形態に係る加工品 1 のせん断面 1 3 c、破断面 1 3 d 及びコイニング面 1 3 h の外観は、図 1 4 と同一である。

【 0 1 2 2 】

本実施形態に係るコイニング工程では、例えば図 1 1 に示すように、コイニング下型 7 と、コイニング上型 8 とを用いて、第 2 素体 6 を加工する。コイニング下型 7 及びコイニング上型 8 には、第 2 素体 6 の外形に対応した凹部が形成されている。コイニング下型 7 は、第 2 素体 6 の開口部 1 4 側を収容し、コイニング上型 8 は、第 2 素体 6 の突部 1 1 側を収容する。コイニング加工では、コイニング下型 7 とコイニング上型 8 とにより第 2 素体 6 を挟み込み、第 2 素体 6 の切断端部 1 3 の角部 1 3 g をコイニング下型 7 の押当 ( 図 1 2 の押当 7 2 ) に押し当てることにより、切断端部 1 3 にコイニング面を形成する。コイニング工程後の加工品 1 の切断端部 1 3 は、例えば、図 1 4 の写真に示すような状態となる。

【 0 1 2 3 】

より詳細に説明すると、図 1 2 に示すように、コイニング下型 7 は、縦壁面 7 0、底壁面 7 1 及び押当面 7 2 を有する。

【 0 1 2 4 】

縦壁面 7 0 は、コイニング下型 7 とコイニング上型 8 とにより第 2 素体 6 の切断端部 1 3 を挟み込む際に、第 2 素体 6 のせん断面 1 3 c と対向し、かつ、略平行となるように配置される。縦壁面 7 0 は、コイニング上型 8 の進退方向（図 1 2 では Z 方向）と平行となるように配置される。

【 0 1 2 5 】

底壁面 7 1 は、第 2 素体 6 を挟んで、端面 1 4 a と対向するように配置される。底壁面 7 1 は、縦壁面 7 0 と直交する方向に延在する。

【 0 1 2 6 】

押当面 7 2 は、底壁面 7 1 と底壁面 7 1 を接続する面である。押当面 7 2 は、第 2 素体 6 にコイニング面（図 1 3 のコイニング面 1 3 h）を形成するために設けられる。押当面 7 2 は、コイニング面の形状に対応する形状に形成される。例えば、図 1 3 に示すように、コイニング面 1 3 h を平面状の面取り面（以下、「C 面」と称する。）とする場合には、押当面 7 2 は、縦壁面 7 0 及び底壁面 7 1 に対して傾斜する平面とすればよい。また、例えばコイニング面 1 3 h を曲面（押圧面、圧縮面のいずれでもよい。以下、「R 面」と称する。）とする場合には、押当面 7 2 は曲面とすればよい。

【 0 1 2 7 】

コイニング工程では、図 1 2 に示すように、第 2 素体 6 の切断端部 1 3 をコイニング下型 7 の縦壁面 7 0 と対向させた状態で、コイニング上型 8 をコイニング下型 7 に向かって押込み、コイニング上型 8 とコイニング下型 7 の底壁面 7 1 とにより、第 2 素体 6 を挟み込む。そして、コイニング上型 8 を底壁面 7 1 に向かって押し込み、第 2 素体 6 の端面 1 4 a が底壁面 7 1 に接する位置まで、第 2 素体 6 を押し下げる。ここで、第 2 素体 6 の端面 1 4 a が底壁面 7 1 に接する前に、角部 1 3 g が押当面 7 2 に押し当てられる。角部 1 3 g が押当面 7 2 に押し当てられた後、さらにコイニング上型 8 が押し込まれて、第 2 素体 6 の端面 1 4 a が底壁面 7 1 に接する。角部 1 3 g は押当面 7 2 に押し潰され、コイニング面 1 3 h となる。

【 0 1 2 8 】

コイニング面 1 3 h は、押当面 7 2 の表面が転写された平滑面であり、粗面状の破断面 1 3 d と比較して赤錆が発生しにくい。面粗さが平滑となることでコイニング面 1 3 h に水分が滞留しにくいためと考えられる。また、第 2 素体 6 の内面側から連続して端面 1 4 a を覆うめっき層 1 3 f 2 がコイニング面 1 3 h に薄く伸ばされることも赤錆が発生しにくい要素であると考えられる。角部 1 3 g にコイニング面 1 3 h が形成されることにより、コイニング加工後の切断端部 1 3 の破断面長さ W 2（図 1 3 参照）は、コイニング加工前の切断端部 1 3 の破断面長さ W 1（図 2 及び図 3 参照）よりも短くなる。すなわち、コイニング加工により、粗面状の新生面である破断面 1 3 d の領域を狭くすることができ、赤錆発生領域を抑えることができる。また、コイニング加工により、角部 1 3 g に発生したバリを潰すことができるため、加工品 1 におけるバリの残存は 0.2 mm 未満となり、バリの残存をより確実に抑えることができる。バリの長さは、0.1 mm 未満であると好ましく、0.05 mm 未満または 0.01 mm 未満であることがより好ましい。

【 0 1 2 9 】

コイニング工程では、加工品 1 のせん断面 1 3 c とコイニング面 1 3 h との間の破断面 1 3 d の長さ（破断面長さ）W 2 を 0 mm 超かつ 0.5 mm 以下とするように、角部 1 3 g に押当面 7 2 を押し当てる。破断面長さ W 2 を 0 mm 超かつ 0.5 mm 以下とすることで、仮に破断面 1 3 d で赤錆が発生したとしても、目立たないことから実用上問題とならないと判断できる。

【 0 1 3 0 】

なお、仕上げ切断工程では、破断面長さ W 1 が 1.0 mm 未満の第 2 素体 6 を得ることが好ましい。破断面長さ W 1 が 1.0 mm 未満の第 2 素体 6 を得ることで、より確実にコ

10

20

30

40

50

イニング工程において破断面長さ $W_2$ を $0.5\text{ mm}$ 以下とすることができる。加工品1の破断面長さ $W_2$ は小さい方が好ましく、 $0.4\text{ mm}$ 以下または $0.3\text{ mm}$ 以下としてもよい。加工品1の破断面長さ $W_2$ を $0.2\text{ mm}$ 以下または $0.1\text{ mm}$ 以下とすればより好ましい。また、破断面長さ $W_2$ と加工品1の切断端部13の板厚 $t_1$ との比 $W_2/t_1$ を、 $0.15$ 未満、 $0.10$ 未満、 $0.08$ 未満、 $0.06$ 未満または $0.04$ 未満としてもよい。なお、加工品1の破断面長さ $W_2$ は $0\text{ mm}$ であってもよい。つまり、加工品1の切断端部13に破断面13dがなくともよい。すなわち、切断端部13は、例えば図13に示すように、切断端部13の板厚方向において、順に、せん断面13c、破断面13d及びコイニング面13hを有していてもよい。または、切断端部13は、切断端部13の板厚方向において、順に、せん断面13c及びコイニング面13hを有していてもよい。

10

#### 【0131】

図15は、図12のコイニング下型7の押当面72によって押し潰される角部13gの体積を示す説明図である。図12のコイニング上型8がコイニング下型7の底壁面71側へ押し下げられるにつれて、角部13gは押当面72に接触し、押し潰される。押し潰された角部13gの材料(素地鋼)は、押当面72に沿ってせん断面13c側に移動する。端面14aが底壁面71に接する位置まで切断端部13が押し下げられる際、押当面72の位置及び角度等に応じて、押当面72によって押し潰される第2素体6の角部13gの体積 $V_1$ が変化する。

#### 【0132】

コイニング工程では、図15上側に示すように、押当面72により押し潰される角部13gの体積 $V_1$ を、せん断面13cの延長面13j、破断面13d及び押当面72で囲まれるコイニング空間の体積 $V_2$ 以下とすることが好ましい。図12に示したように、第2素体6の切断端部13の破断面13dは、縦壁面70に対して傾斜しており、その間には隙間がある。この隙間によって生じるコイニング空間の体積 $V_2$ は、押当面72により押し潰された角部13gの材料が流れ込む空間となる。コイニング空間の体積 $V_2$ が押当面72により押し潰される角部13gの体積 $V_1$ よりも小さいと、押当面72により押し潰された角部13gの材料は、体積 $V_2$ 内に収まることができず、コイニング下型7の上部に向かって移動することになる。

20

#### 【0133】

そこで、体積 $V_1$ を体積 $V_2$ 以下とすることで、押当面72により押し潰された角部13gの材料がせん断面13cの延長面13jを越えて突出することを回避することができる。図15下側に示すように、体積 $V_1$ が体積 $V_2$ を超えると、押当面72により押し潰された角部13gの材料がせん断面13cの延長面13jを越えて突出し、コイニング下型7の上部に向かって移動する等の事象が生じる。このような事象が生じた場合、切断端部13の寸法精度が悪化する。したがって、体積 $V_1$ を体積 $V_2$ 以下となるように、押当面72により角部13gを押し潰すように加工するのがよい。

30

#### 【0134】

以上、第2の実施形態に係る加工品製造方法について説明した。本実施形態によれば、第1の実施形態と同様、板厚 $2.0\text{ mm}$ 超のめっき鋼板を素材として用いた場合であっても、耐食性及び形状品質の良好な加工品1を製造することができる。また、半切断工程及び仕上げ切断工程にて、加工品1の胴部10と切断部分に押し込まれるダイ(またはパンチ)との間に隙間を設ける必要がないため、胴部10と面一な切断端部13を有する加工品1を得ることができ、加工品1の開口部14の端面14aを平坦化することができる。さらに、本実施形態に係る加工品製造方法により、より多くのめっき層13fをせん断面13cに回り込ませることができたため、切断加工後の時間経過とともに発生する切断端部13における赤錆を抑制することができる。

40

#### 【0135】

また、仕上げ切断工程の後、コイニング工程を行うことで、粗面状の新生面である破断面13dの領域を狭くすることができ、赤錆発生領域を抑えることができる。また、コイニング加工により、バリを潰すことができ、加工品1におけるバリの残存をより確実に抑

50

えることができる。

【実施例】

【0136】

(実施例 a . 半切断工程で使用されるダイの刃先のみを R 形状とする場合)

半切断工程でのダイの肩部(すなわち、刃先)を所定の曲率半径を有する R 形状として、図 5 及び図 10 に示す方法により加工品のサンプルを作成した。めっき鋼板として、板厚  $t_1$  が 1.3 ~ 4.4 mm で、めっき付着量が  $90 \text{ g/m}^2$  (片面) の Zn - 6% Al - 3% Mg (質量比) 合金めっき鋼板を用いた。半切断加工は、内径  $D_{31}$  が 68.00 mm のダイと、ダイとパンチとのクリアランス  $C_{31-41}$  に応じて内径さを変更したパンチを用い、ガイドによりめっき鋼板を保持して行った。仕上げ切断加工は、肩部(すなわち、刃先)が所定の曲率半径を有する R 形状としたダイと、ダイとパンチとのクリアランス  $C_{32-42}$  に応じて内径  $D_{32}$  を変更したパンチを用い、ガイドによりめっき鋼板を保持して行った。

10

【0137】

各サンプルについて、端面の平坦面幅  $L_t$ 、仕上げ切断後の破断面長さ  $W_1$ 、コイニング加工を実施した場合にはコイニング加工後の破断面長さ  $W_2$  を測定した。これらは、マイクロスコブを用いて、加工品の端面の円周上を  $30^\circ$  間隔で測定し、計 12 点の測定値を平均して求めた。また、各サンプルについて、切断端部へのめっき層の回り込みについて、切断位置から切断端部のせん断面にめっき層が回り込んだ長さ  $L$  を測定した。切断端部におけるめっき層の長さ  $L$  の測定には、電子線マイクロアナライザ (EPMA - WDS) を使用した。Zn 成分の検出レベルがバックグラウンドの 3 倍以上である部分にめっき層が存在していると判定した。なお、測定対象は、仕上げ切断後の加工品又は第 2 素体及びコイニング加工後の加工品である。

20

【0138】

なお、各サンプルの切断端部においてせん断面、破断面及びコイニング面は、図 14 に示した通りであり、より詳細には以下のように現れる。

【0139】

せん断面は、切断端部に平滑な面として現れる。せん断面は、ダイが被加工材に接触した後に圧縮(加圧)力が加えられて被加工材に食い込むことにより、ダイの側面と擦れて生じる。ダイと擦れて生じるため、せん断面は金属光沢を呈する。せん断面には、板厚方向に筋状の細かい摺動傷がみられる。

30

【0140】

破断面は、せん断面側から被加工材に生じたクラックが会合して破断した面であり、光沢のない粗い面として現れる。被加工材にせん断面が生じた後、さらにダイが被加工材に食い込むと、パンチの刃先により被加工材にクラックが生じるとともに、ダイの刃先によっても被加工材にクラックが生じる。パンチ及びダイから生じたクラックは、互いに会合し、貫通する。このようにクラックが生じて形成された面が破断面となる。破断面は、パンチとダイとが接触することなく形成されるため、光沢のない粗い面となる。破断面は、パンチとダイとの隙間(クリアランス)に応じた傾斜を有する。

【0141】

コイニング面は、破断面の凹凸が潰された滑らかな面として現れる。コイニング面は、破断面端部の下面側から斜面状または曲面状のコイニング用金型を破断面角部に押し当てることによって得られる。コイニング面は、コイニング金型の表面粗さが転写されることにより、破断面の凹凸が潰された滑らかな面となる。

40

【0142】

切断端部においてせん断面、破断面、コイニング面を特定する方法としては、例えば上記特徴をもとに外観からマイクロスコブまたはコントレーサー等により切断端部の形状プロフィールを観察して測定する方法等がある。

【0143】

他の部品への取り付けにおいて加工品の端面の平坦度を確保する観点から、端面の平坦

50

面の長さ $L_t$ が加工品の側壁の板厚 $t$ の0.35倍以上のものを「A(可)」、0.35倍未満のものを「B(不可)」と評価とした。打痕や電氣的短絡等の原因となるバリについて、大きさが0.2mm未満のものを「A(可)」、大きさが0.2mm以上のもの、または、ヒゲ状のバリが発生したものを「B(不可)」と評価した。また、半切断加工のダイの内径 $D_{31}$ と仕上げ切断加工のダイの内径 $D_{32}$ との内径差 $D_{32} - D_{31}$ で生じる端面の段差は、外観上及び製品寸法精度上なるべく生じさせないことが望ましい。そこで、端面の段差が0.5mm以下のものを「A(可)」、段差が0.5mm超のものを「B(不可)」と評価した。

【0144】

また、サンプルを屋外にて大気曝露試験を行い、切断端部に目立った赤錆が発生するまでの日数を15日ごとに観察した。

10

【0145】

以上の結果を表1に示す。表1には、各サンプルに用いためっき鋼板、半切断工程、仕上げ切断工程の条件、及び切断端部の角部へのコイニング有無も合わせて示している。ここで、ダイの曲率半径の板厚比( $R_1/t_1$ 、 $R_2/t_2$ )は、ダイの肩部に付与された丸みを板厚で除したものである。意図的にダイの肩部(刃先)に丸みを付与していないものは、この欄に「 $< 0.01$ 」と記した。

【0146】

20

30

40

50

【表 1】

表 1

| 番号  | 切断端部板厚 t1 [mm] | 加工品板厚 t [mm] | めっき付着量 [g/m <sup>2</sup> ] | 半抜き加工(半切断工程)                  |                 |                |                              | 仕上げ抜き加工(仕上げ切断工程)         |            |                              |                 | コイニングの有無 | 切断端面の形状  |                |                  |               | 評価            |                  |            |         |      |
|-----|----------------|--------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------|----------------|------------------------------|--------------------------|------------|------------------------------|-----------------|----------|--|----------------|------------------|---------------|---------------|------------------|------------|---------|------|
|     |                |              |                            | カハフラス C <sub>3+1</sub> /板厚 t1 | ダイの曲率半径 R1 [mm] | ダイの押込み量 D [mm] | 下死点でのハブダイ削削 C <sub>3-p</sub> | ダイ径 D <sub>31</sub> [mm] | 板厚 t2 [mm] | カハフラス C <sub>2+4</sub> /板厚 t | ダイの曲率半径 R2 [mm] |          | ダイ径 D <sub>22</sub> (D <sub>2r</sub> -D <sub>2s</sub> ) [mm] | 端面平坦面幅 Lx [mm] | 端面平坦面幅 Lx/加工品幅 t | 破断面長さ W1 [mm] | 破断面長さ W2 [mm] | めっき成分残存長さ L [mm] | 赤錆発生日数 [日] | 端面平坦面評価 | ハリ評価 |
| a1  | 2.5            | 2.0          |                            | -0.15                         | 0.50(0.20)      | 2.0(0.80)      | 0.50                         |                          | 1.0        | 0.10                         | 0.25(0.25)      |          |  |                |                  | ≤0.1          | 0.70          | ≥90              | A          | A       | A    |
| a2  | 4.0            | 3.2          |                            | -0.35                         | 1.00(0.25)      | 3.6(0.90)      | 0.40                         |                          | 1.4        | 0.10                         | 0.40(0.29)      |          |  |                |                  | ≤0.1          | 0.59          | ≥90              | A          | A       | A    |
| a3  | 3.3            | 2.6          |                            | -0.20                         | 0.80(0.24)      | 3.0(0.91)      | 0.30                         |                          | 1.1        | 0.10                         | 0.25(0.23)      |          |  |                |                  | ≤0.1          | 0.35          | ≥90              | A          | A       | A    |
| a4  | 3.3            | 2.6          | 90                         | -0.05                         | 1.20(0.36)      | 2.6(0.79)      | 0.70                         |                          | 1.9        | 0.05                         | 1.00(0.53)      |          |  |                |                  | 0.2           | 0.50          | ≥90              | A          | A       | A    |
| a5  | 4.0            | 3.2          |                            | -0.20                         | 1.20(0.30)      | 2.8(0.70)      | 1.20                         |                          | 2.4        | 0.15                         | 0.80(0.33)      |          |  |                |                  | 0.3           | 0.41          | ≥90              | A          | A       | A    |
| a6  | 1.5            | 1.2          |                            | -0.35                         | 0.25(0.17)      | 1.2(0.80)      | 0.30                         |                          | 0.55       | 0.15                         | 0.25(0.45)      |          |  |                |                  | ≤0.1          | 0.75          | ≥90              | A          | A       | A    |
| a7  | 2.5            | 2.0          |                            | -0.20                         | 0.80(0.32)      | 2.0(0.80)      | 0.50                         |                          | 1.3        | 0.20                         | 0.30(0.23)      |          |  |                |                  | ≤0.1          | 0.45          | ≥90              | A          | A       | A    |
| a8  | 3.3            | 2.6          |                            | -0.10                         | 0.60(0.18)      | 2.6(0.79)      | 0.70                         |                          | 1.3        | 0.10                         | 0.80(0.62)      |          | 68.05  |                |                  | ≤0.1          | 0.38          | ≥90              | A          | A       | A    |
| a9  | 3.3            | 2.6          |                            | -0.15                         | 1.00(0.30)      | 3.1(0.94)      | 1.20                         |                          | 1.2        | 0.10                         | 0.80(0.67)      |          | (0.05)   |                |                  | ≤0.1          | 0.46          | ≥90              | A          | A       | A    |
| a10 | 4.0            | 3.2          | 90                         | -0.05                         | 2.00(0.50)      | 2.8(0.70)      | 1.20                         |                          | 3.2        | 0.05                         | 1.00(0.31)      |          |  |                |                  | 0.4           | 0.38          | ≥90              | A          | A       | A    |
| a11 | 4.0            | 3.2          |                            | -0.10                         | 0.40(0.10)      | 3.8(0.95)      | 0.20                         | 88.00                    | 0.6        | 0.10                         | 0.80(1.33)      |          |  |                |                  | 0.38          | 0.38          | ≥90              | A          | A       | A    |
| a12 | 4.0            | 3.2          |                            | -0.20                         | 0.40(0.10)      | 3.5(0.88)      | 0.50                         |                          | 0.9        | 0.05                         | 1.35(1.50)      |          |  |                |                  | 0.47          | 0.35          | ≥90              | A          | A       | A    |
| a13 | 4.4            | 3.5          |                            | -0.15                         | 1.00(0.23)      | 4.0(0.91)      | 0.40                         |                          | 1.4        | 0.10                         | 0.80(0.57)      |          |  |                |                  | 0.40          | 0.40          | ≥90              | A          | A       | A    |
| a14 | 4.4            | 3.5          |                            | -0.20                         | 1.20(0.27)      | 3.5(0.80)      | 0.50                         |                          | 2.1        | 0.15                         | 0.60(0.29)      |          |  |                |                  | 0.2           | 0.40          | ≥90              | A          | A       | A    |
| a15 | 4.4            | 3.5          | 90                         | -0.20                         | 1.20(0.27)      | 3.5(0.80)      | 0.90                         |                          | 2.1        | 0.15                         | 0.60(0.29)      |          |  |                |                  | 0.2           | 0.37          | ≥90              | A          | A       | A    |
| a16 | 4.4            | 3.5          |                            | -0.20                         | 1.20(0.27)      | 3.8(0.80)      | 0.90                         |                          | 2.1        | 0.15                         | 0.60(0.29)      |          |  |                |                  | 0.2           | 0.37          | ≥90              | A          | A       | A    |
| a17 | 4.0            | 3.2          |                            | -0.20                         | 1.20(0.30)      | 2.8(0.70)      | 1.20                         |                          | 2.4        | 0.15                         | 0.25(0.10)      |          |  |                |                  | 1.0           | 0.41          | 60               | A          | A       | A    |
| a18 | 4.0            | 3.2          |                            | -0.20                         | 1.20(0.30)      | 2.8(0.70)      | 1.20                         |                          | 2.4        | 0.15                         | 0.25(0.10)      |          | 68.00 (0)  |                |                  | 1.0           | 0.41          | 60               | A          | A       | A    |
| a19 | 4.0            | 3.2          |                            | -0.20                         | 1.20(0.30)      | 2.8(0.70)      | 1.20                         |                          | 2.4        | 0.15                         | 0.25(0.10)      |          | 69.00 (1.00)   |                |                  | 1.0           | 0.50          | 60               | A          | A       | A    |
| a1  | 1.3            | 1.0          |                            |                               |                 |                |                              |                          |            | 0.05                         | <0.01           |          |  |                |                  | 1.1           | 0.30          | 45               | B          | A       | A    |
| a2  | 1.5            | 1.2          |                            |                               |                 |                |                              |                          |            | 0.08                         | <0.01           |          |  |                |                  | 1.2           | 0.33          | 30               | B          | A       | A    |
| a3  | 2.5            | 2.0          |                            |                               |                 |                |                              |                          |            | 0.01                         | 0.20            |          |  |                |                  | 1.1           | 0.30          | 30               | B          | B       | A    |
| a4  | 2.5            | 2.0          |                            |                               |                 |                |                              |                          |            | 0.12                         | <0.01           |          |  |                |                  | 1.8           | 0.30          | 30               | B          | A       | A    |
| a5  | 3.3            | 2.6          |                            |                               |                 |                |                              |                          |            | 0.03                         | <0.01           |          |  |                |                  | 2.4           | 0.27          | 15               | B          | A       | A    |
| a6  | 3.3            | 2.6          |                            |                               |                 |                |                              |                          |            | 0.08                         | 0.50            |          |  |                |                  | 2.5           | 0.27          | 15               | B          | A       | A    |
| a7  | 2.5            | 2.0          | 90                         | 0                             | 0.45(0.18)      | 2.3(0.92)      | 0.20                         |                          |            |                              |                 |          |  |                |                  | 0.5           | 0.31          | 30               | B          | A       | A    |
| a8  | 3.3            | 2.6          |                            | -0.15                         | 1.00(0.30)      | 3.1(0.94)      | 0.20                         |                          | 1.2        | 0.10                         | 0.15(0.13)      |          |  |                |                  | 0.5           | 0.31          | 30               | B          | A       | A    |
| a9  | 4.0            | 3.2          |                            | -0.40                         | 1.00(0.25)      | 3.8(0.95)      | 0.20                         |                          |            |                              |                 |          |  |                |                  | 0.4           | 0.50          | 30               | A          | A       | A    |
| a10 | 3.3            | 2.6          |                            | -0.20                         | 0.30(0.09)      | 3.0(0.91)      | 0.30                         |                          | 0.6        | 0.10                         | 0.30(0.50)      |          |  |                |                  | 1.1           | 0.35          | 45               | A          | A       | A    |
| a11 | 3.3            | 2.6          |                            | -0.05                         | 1.70(0.52)      | 2.6(0.79)      | 0.70                         | 68.00                    | 2.4        | 0.05                         | 1.00(0.42)      |          |  |                |                  | 1.1           | 0.35          | 45               | A          | A       | A    |
| a12 | 4.0            | 3.2          |                            | -0.20                         | 1.20(0.30)      | 2.6(0.65)      | 1.40                         |                          | 2.6        | 0.15                         | 0.25(0.10)      |          |  |                |                  | 1.1           | 0.41          | 45               | A          | A       | A    |
| a13 | 1.5            | 1.2          |                            | -0.25                         | 0.25(0.17)      | 1.1(0.73)      | 0.40                         |                          | 0.65       | 0.15                         | 0.10(0.15)      |          |  |                |                  | 0.3           | 0.75          | 30               | A          | A       | A    |
| a14 | 2.5            | 2.0          |                            | -0.20                         | 0.80(0.32)      | 2.3(0.92)      | 0.20                         |                          | 1.0        | 0.25                         | 0.30(0.30)      |          |  |                |                  | 0.4           | 0.50          | ≥90              | A          | A       | A    |
| a15 | 3.3            | 2.6          |                            | -0.20                         | 0.60(0.18)      | 2.6(0.79)      | 0.70                         |                          | 1.3        | 0.10                         | 2.00(1.54)      |          |  |                |                  | 0.2           | 0.42          | ≥90              | A          | A       | A    |

【 0 1 4 7 】

表 1 に示すように、実施例 a 1 ~ a 1 9 は、切断端部の板厚 t 1 に対するめっき成分の残存長さ L が 0 . 7 0 倍以上であった。実施例 a 1 ~ a 1 9 は、切断端部の破断面長さ W 1 はいずれも 1 . 0 mm 以下であり、赤錆発生まで 6 0 日の良好な耐食性を示した。切断端部の破断面長さが 0 . 5 mm 以下である実施例 a 1 ~ a 1 6 では、赤錆発生まで 9 0 日以上の良好な耐食性を示した。また、実施例 a 1 5 は、仕上げ抜き後に、押し潰す辺の長さ(コイニング面の幅)を 0 . 6 mm とした R 面のコイニング面を形成するコイニング加工を行ったものである。実施例 a 1 6 は、仕上げ抜き後に、押し潰す辺の長さ(コイニング面の幅)を 1 . 0 mm として角度 4 5 ° で面取りした C 面のコイニング面を形成するコ

イニング加工を行ったものである。コイニング加工後の破断面長さ ( $W_2$ ) は、他の実施例の破断面長さ  $W_1$  よりも小さくなった。半切断加工のダイの内径  $D_{31}$  と仕上げ切断加工のダイの内径  $D_{32}$  との内径差  $D_{32} - D_{31}$  については、実施例 a 1 ~ a 17 では 0.05 mm とし、実施例 a 18 ではゼロ (内径  $D_{31}$  と内径  $D_{32}$  とは同一) とし、実施例 a 19 では 1.00 mm としたが、いずれの場合にも、端面の段差は 0.5 mm 以下であった。

【0148】

なお、実施例 a 1 ~ a 14、a 18、a 19 の切断端部は、板厚方向にせん断面及び破断面を順に有しており、実施例 a 15、a 16 の切断端部は、板厚方向にせん断面、破断面及びコイニング面を順に有していることが、上述の特徴をもとに外観から確認された。

10

【0149】

これに対して、比較例 a 1 ~ a 6、a 8、a 10 ~ a 13 は、加工品の切断端部の板厚  $t_1$  に対するめっき層成分の残存長さ  $L$  が 0.70 未満であったため、切断端部の赤錆発生までの日数は 60 日を下回っており、実施例と比べて耐食性が劣った。比較例 a 9 は、半切断工程において大きなマイナスクリアランスを採用したものであるが、750 kN のメカプレス機を使用した半抜き加工の工程で荷重オーバーとなり、プレス機が停止した。比較例 a 14、a 15 は、いずれも切断端部の赤錆発生まで 90 日以上の良い耐食性を示したが、切断端部に 0.2 mm 以上の大きなバリが発生した。比較例 a 7 は、半切断工程でのダイとパンチとのクリアランスをゼロとした場合であり、半切断工程にてめっき鋼板が完全に破断した。

20

【0150】

(実施例 b . 半切断工程で使用されるダイ及びパンチの刃先を R 形状とする場合)

次に、半切断工程でのダイ及びパンチの肩部 (すなわち、刃先) を所定の曲率半径を有する R 形状として、図 5 及び図 10 に示す方法により加工品のサンプルを作成した。めっき鋼板として、板厚が 1.3 ~ 4.4 mm で、めっき付着量が  $90 \text{ g/m}^2$  (片面) の Zn - 6% Al - 3% Mg (質量比) 合金めっき鋼板を用いた。半切断加工は、内径 68.00 mm のダイと、ダイとパンチとのクリアランスに応じて内径を変更したパンチを用い、ガイドによりめっき鋼板を保持して行った。仕上げ切断加工は、肩部 (すなわち、刃先) が所定の曲率半径を有する R 形状のダイと、ダイとパンチとのクリアランスに応じて内径を変更したパンチを用い、ガイドによりめっき鋼板を保持して行った。

30

【0151】

各サンプルについて、上述の実施例 a と同様に、平坦度評価、バリ評価及び段差評価を行い、大気曝露試験による赤錆発生日数を調べた。実施例 b の結果を表 2 に示す。

【0152】

40

50

【表 2】

表 2

| 番号  | 切断<br>端部<br>板厚<br>t1<br>[mm] | 加工<br>品<br>板厚<br>t<br>[mm] | 半抜き加工(半切断工程)            |                        |                        |                        | 仕上げ抜き加工(仕上げ切断工程)        |                               |                        |                        | コイニング      | 切断端面の形状                |                        |                        |                        | 評価                     |                        |                        |                        |
|-----|------------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|     |                              |                            | 加工品<br>板厚<br>t1<br>[mm] | 加工品<br>板厚<br>t<br>[mm] | 加工品<br>板厚<br>t<br>[mm] | 加工品<br>板厚<br>t<br>[mm] | 加工品<br>板厚<br>t1<br>[mm] | 加工品<br>板厚<br>t<br>[mm]        | 加工品<br>板厚<br>t<br>[mm] | 加工品<br>板厚<br>t<br>[mm] |            | 加工品<br>板厚<br>t<br>[mm] | 加工品<br>板厚<br>t<br>[mm] | 加工品<br>板厚<br>t<br>[mm] | 加工品<br>板厚<br>t<br>[mm] | 加工品<br>板厚<br>t<br>[mm] | 加工品<br>板厚<br>t<br>[mm] | 加工品<br>板厚<br>t<br>[mm] | 加工品<br>板厚<br>t<br>[mm] |
| b1  | 2.5                          | 2.0                        | -0.15                   | 0.50(0.20)             | 2.00(0.80)             | 3.3(1.32)              | 0.20                    | ダイ<br>D <sub>1</sub><br>[mm]  | 0.2                    | 0.10                   | 0.25(1.25) | 無                      | 1.3                    | 0.65                   | ≤0.1                   | 2.2(0.88)              | ≥90                    | A                      | A                      |
| b2  | 4.0                          | 3.2                        | -0.25                   | 1.00(0.25)             | 2.00(0.50)             | 4.4(1.10)              | 0.20                    | ダイ<br>D <sub>2</sub><br>[mm]  | 0.6                    | 0.10                   | 0.40(0.67) | 無                      | 1.8                    | 0.56                   | ≤0.1                   | 3.7(0.93)              | ≥90                    | A                      | A                      |
| b3  | 3.3                          | 2.6                        | -0.45                   | 1.00(0.30)             | 2.00(0.61)             | 3.4(1.03)              | 0.20                    | ダイ<br>D <sub>3</sub><br>[mm]  | 0.9                    | 0.10                   | 0.30(0.33) | 無                      | 1.2                    | 0.46                   | ≤0.1                   | 3.0(0.91)              | ≥90                    | A                      | A                      |
| b4  | 3.3                          | 2.6                        | -0.10                   | 1.00(0.30)             | 2.00(0.61)             | 4.3(1.30)              | 0.20                    | ダイ<br>D <sub>4</sub><br>[mm]  | 0.2                    | 0.05                   | 0.30(1.50) | 無                      | 0.9                    | 0.35                   | ≤0.1                   | 2.8(0.85)              | ≥90                    | A                      | A                      |
| b5  | 4.0                          | 3.2                        | -0.20                   | 1.20(0.30)             | 2.00(0.50)             | 2.8(0.70)              | 1.80                    | ダイ<br>D <sub>5</sub><br>[mm]  | 2.4                    | 0.15                   | 1.00(0.42) | 無                      | 1.2                    | 0.38                   | 0.4                    | 3.4(0.85)              | ≥90                    | A                      | A                      |
| b6  | 1.5                          | 1.2                        | -0.25                   | 0.60(0.40)             | 1.00(0.67)             | 1.4(0.93)              | 0.40                    | ダイ<br>D <sub>6</sub><br>[mm]  | 0.7                    | 0.025                  | 0.40(0.57) | 無                      | 0.8                    | 0.67                   | ≤0.1                   | 1.2(0.80)              | ≥90                    | A                      | A                      |
| b7  | 2.5                          | 2.0                        | -0.20                   | 1.20(0.48)             | 1.00(0.40)             | 2.8(1.12)              | 0.40                    | ダイ<br>D <sub>7</sub><br>[mm]  | 0.9                    | 0.05                   | 1.20(1.33) | 無                      | 0.8                    | 0.40                   | ≤0.1                   | 2.3(0.92)              | ≥90                    | A                      | A                      |
| b8  | 3.3                          | 2.6                        | -0.20                   | 0.60(0.18)             | 1.00(0.30)             | 3.1(0.94)              | 0.40                    | ダイ<br>D <sub>8</sub><br>[mm]  | 0.8                    | 0.20                   | 0.80(1.00) | 無                      | 0.9                    | 0.35                   | ≤0.1                   | 3.1(0.94)              | ≥90                    | A                      | A                      |
| b9  | 3.3                          | 2.6                        | -0.15                   | 1.00(0.30)             | 1.00(0.30)             | 3.5(1.06)              | 0.40                    | ダイ<br>D <sub>9</sub><br>[mm]  | 0.8                    | 0.10                   | 0.80(1.00) | 無                      | 1.1                    | 0.42                   | ≤0.1                   | 3.1(0.94)              | ≥90                    | A                      | A                      |
| b10 | 4.0                          | 3.2                        | -0.20                   | 1.60(0.40)             | 1.00(0.25)             | 4.1(1.03)              | 0.40                    | ダイ<br>D <sub>10</sub><br>[mm] | 1.5                    | 0.05                   | 1.00(0.67) | 無                      | 1.5                    | 0.38                   | 0.3                    | 3.3(0.83)              | ≥90                    | A                      | A                      |
| b11 | 4.0                          | 3.2                        | -0.15                   | 2.60(0.65)             | 2.00(0.50)             | 5.5(1.38)              | 0.40                    | ダイ<br>D <sub>11</sub><br>[mm] | 1.1                    | 0.10                   | 0.50(0.45) | 無                      | 1.2                    | 0.38                   | ≤0.1                   | 3.2(0.80)              | ≥90                    | A                      | A                      |
| b12 | 4.0                          | 3.2                        | -0.25                   | 0.40(0.10)             | 2.00(0.50)             | 3.9(0.98)              | 0.40                    | ダイ<br>D <sub>12</sub><br>[mm] | 0.5                    | 0.05                   | 0.60(1.20) | 無                      | 1.5                    | 0.47                   | ≤0.1                   | 3.4(0.85)              | ≥90                    | A                      | A                      |
| b13 | 4.4                          | 3.5                        | -0.20                   | 0.60(0.11)             | 1.00(0.23)             | 4.0(0.91)              | 0.40                    | ダイ<br>D <sub>13</sub><br>[mm] | 0.9                    | 0.10                   | 0.60(0.67) | 無                      | 1.4                    | 0.40                   | ≤0.1                   | 3.6(0.82)              | ≥90                    | A                      | A                      |
| b14 | 4.4                          | 3.5                        | -0.20                   | 1.20(0.27)             | 2.00(0.45)             | 4.7(1.07)              | 0.40                    | ダイ<br>D <sub>14</sub><br>[mm] | 0.9                    | 0.05                   | 1.00(1.11) | 無                      | 1.4                    | 0.40                   | 0.2                    | 3.7(0.84)              | ≥90                    | A                      | A                      |
| b15 | 4.4                          | 3.5                        | -0.20                   | 1.20(0.27)             | 2.00(0.45)             | 4.7(1.07)              | 0.40                    | ダイ<br>D <sub>15</sub><br>[mm] | 0.9                    | 0.05                   | 1.00(1.11) | R0.6                   | 1.3                    | 0.37                   | 0.2                    | 3.8(0.86)              | ≥90                    | A                      | A                      |
| b16 | 4.4                          | 3.5                        | -0.20                   | 1.20(0.27)             | 2.00(0.45)             | 4.7(1.07)              | 0.40                    | ダイ<br>D <sub>16</sub><br>[mm] | 0.9                    | 0.05                   | 1.00(1.11) | C1.0                   | 1.3                    | 0.37                   | 0.2                    | 3.8(0.86)              | ≥90                    | A                      | A                      |
| b17 | 4.0                          | 3.2                        | -0.20                   | 1.20(0.30)             | 2.00(0.50)             | 2.8(0.70)              | 1.80                    | ダイ<br>D <sub>17</sub><br>[mm] | 2.4                    | 0.15                   | 0.25(0.10) | 無                      | 1.2                    | 0.38                   | 1.0                    | 2.8(0.70)              | 60                     | A                      | A                      |
| b18 | 4.0                          | 3.2                        | -0.20                   | 1.20(0.30)             | 2.00(0.50)             | 2.8(0.70)              | 1.80                    | ダイ<br>D <sub>18</sub><br>[mm] | 2.4                    | 0.15                   | 0.25(0.10) | 無                      | 1.2                    | 0.38                   | 1.0                    | 2.8(0.70)              | 60                     | A                      | A                      |
| b19 | 4.0                          | 3.2                        | -0.20                   | 1.20(0.30)             | 2.00(0.50)             | 2.8(0.70)              | 1.80                    | ダイ<br>D <sub>19</sub><br>[mm] | 2.4                    | 0.15                   | 0.25(0.10) | 無                      | 1.5                    | 0.47                   | 1.0                    | 2.8(0.70)              | 60                     | A                      | A                      |
| b2  | 1.3                          | 1.0                        |                         |                        |                        |                        |                         | ダイ<br>D <sub>20</sub><br>[mm] |                        | 0.05                   | <0.01      | 無                      | 0.3                    | 0.30                   | 1.1                    | 0.2(0.15)              | 45                     | B                      | A                      |
| b1  | 1.5                          | 1.2                        |                         |                        |                        |                        |                         | ダイ<br>D <sub>21</sub><br>[mm] |                        | 0.08                   | <0.01      | 無                      | 0.4                    | 0.33                   | 1.2                    | 0.2(0.13)              | 30                     | B                      | A                      |
| b3  | 2.5                          | 2.0                        |                         |                        |                        |                        |                         | ダイ<br>D <sub>22</sub><br>[mm] |                        | 0.01                   | 0.20       | 無                      | 0.6                    | 0.50                   | 1.1                    | 1.2(0.48)              | 30                     | B                      | A                      |
| b4  | 2.5                          | 2.0                        |                         |                        |                        |                        |                         | ダイ<br>D <sub>23</sub><br>[mm] |                        | 0.12                   | <0.01      | 無                      | 0.6                    | 0.30                   | 1.8                    | 0.6(0.24)              | 30                     | B                      | A                      |
| b5  | 3.3                          | 2.6                        |                         |                        |                        |                        |                         | ダイ<br>D <sub>24</sub><br>[mm] |                        | 0.03                   | <0.01      | 無                      | 0.7                    | 0.27                   | 2.4                    | 0.8(0.24)              | 15                     | B                      | A                      |
| b6  | 3.3                          | 2.6                        | -0.05                   | 0.45(0.14)             | 1.00(0.30)             | 3.3(1.00)              | 0.40                    | ダイ<br>D <sub>25</sub><br>[mm] |                        | 0.10                   | 0.15(0.33) | 無                      | 1.0                    | 0.38                   | ≤0.1                   | 2.1(0.64)              | 45                     | A                      | A                      |
| b7  | 3.3                          | 2.6                        | -0.15                   | 1.00(0.30)             | 1.00(0.30)             | 3.5(1.06)              | 0.40                    | ダイ<br>D <sub>26</sub><br>[mm] | 0.8                    | 0.10                   | 0.15(0.33) | 無                      | 1.0                    | 0.38                   | ≤0.1                   | 2.1(0.64)              | 45                     | A                      | A                      |
| b8  | 4.0                          | 3.2                        | -0.50                   | 1.00(0.25)             | 1.00(0.25)             | 3.6(0.90)              | 0.40                    | ダイ<br>D <sub>27</sub><br>[mm] |                        | 0.10                   | 0.30(0.75) | 無                      | 1.5                    | 0.47                   | 0.4                    | 2.4(0.60)              | 30                     | A                      | A                      |
| b9  | 4.0                          | 3.2                        | -0.20                   | 0.20(0.05)             | 2.00(0.50)             | 4.0(1.00)              | 0.40                    | ダイ<br>D <sub>28</sub><br>[mm] | 0.4                    | 0.10                   | 0.30(0.75) | 無                      | 1.5                    | 0.47                   | 0.4                    | 2.4(0.60)              | 30                     | A                      | A                      |
| b10 | 3.3                          | 2.6                        | -0.25                   | 2.20(0.67)             | 1.00(0.30)             | 3.7(1.12)              | 0.40                    | ダイ<br>D <sub>29</sub><br>[mm] | 1.8                    | 0.05                   | 1.00(0.55) | 無                      | 1.3                    | 0.50                   | 1.1                    | 2.0(0.61)              | 45                     | A                      | A                      |
| b11 | 3.3                          | 2.6                        | -0.20                   | 0.60(0.18)             | 2.00(0.61)             | 2.2(0.67)              | 1.60                    | ダイ<br>D <sub>30</sub><br>[mm] | 1.7                    | 0.15                   | 1.00(0.59) | 無                      | 1.0                    | 0.38                   | 1.1                    | 2.0(0.61)              | 45                     | A                      | A                      |
| b12 | 4.0                          | 3.2                        | -0.20                   | 1.20(0.30)             | 1.00(0.25)             | 3.9(0.98)              | 0.40                    | ダイ<br>D <sub>31</sub><br>[mm] | 1.3                    | 0.25                   | 0.80(0.62) | 無                      | 1.4                    | 0.44                   | 0.2                    | 3.2(0.80)              | ≥90                    | A                      | B                      |
| b13 | 4.0                          | 3.2                        | -0.20                   | 0.80(0.20)             | 1.00(0.25)             | 3.7(0.93)              | 0.40                    | ダイ<br>D <sub>32</sub><br>[mm] | 1.1                    | 0.10                   | 1.70(1.55) | 無                      | 1.5                    | 0.47                   | 0.2                    | 3.0(0.86)              | ≥90                    | A                      | B                      |
| b14 | 4.4                          | 3.5                        | -0.20                   | 1.20(0.27)             | 1.00(0.23)             | 4.2(0.96)              | 0.40                    | ダイ<br>D <sub>33</sub><br>[mm] | 1.4                    | 0.10                   | 0.20(0.14) | 無                      | 1.7                    | 0.49                   | 1.3                    | 3.0(0.68)              | 45                     | A                      | A                      |
| b15 | 4.4                          | 3.5                        | -0.20                   | 1.20(0.27)             | 1.00(0.23)             | 4.2(0.96)              | 0.15                    | ダイ<br>D <sub>34</sub><br>[mm] |                        |                        | 半抜き加工で破断   | 無                      |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |

【 0 1 5 3 】

表 2 に示すように、実施例 b 1 ~ b 1 9 は、加工品の切断端部の板厚 t 1 に対するめっき成分の残存長さ L が 0.70 倍以上であった。実施例 b 1 ~ b 1 9 は、切断端部の破断面長さ W 1 はいずれも 1.0 mm 以下であり、赤錆発生まで 60 日の良好な耐食性を示した。切断端部の破断面長さ W 1 が 0.5 mm 以下である実施例 b 1 ~ b 1 6 では、赤錆発生まで 90 日以上の良い耐食性を示した。また、実施例 b 1 5 は、仕上げ抜き後に、押し潰す辺の長さ(コイニング面の幅)を 0.6 mm とした R 面のコイニング面を形成するコイニング加工を行ったものである。実施例 b 1 6 は、仕上げ抜き後に、押し潰す辺の長さ(コイニング面の幅)を 1.0 mm とした角度 45° で面取りした C 面のコイニング面

を形成するコイニング加工を行ったものある。コイニング加工後の破断面長さ（ $W_2$ ）は、他の実施例よりも小さくなった。半切断加工のダイの内径 $D_{31}$ と仕上げ切断加工のダイの内径 $D_{32}$ との内径差 $D_{32} - D_{31}$ については、実施例 b 1 ~ b 1 7 では 0 . 0 5 m m とし、実施例 b 1 8 ではゼロ（内径 $D_{31}$ と内径 $D_{32}$ とは同一）とし、実施例 b 1 9 では 1 . 0 0 m m としたが、いずれの場合にも、端面の段差は 0 . 5 m m 以下であった。

【 0 1 5 4 】

なお、実施例 b 1 ~ b 1 4、b 1 8、b 1 9 の切断端部は、板厚方向にせん断面及び破断面を順に有しており、実施例 b 1 5、b 1 6 の切断端部は、板厚方向にせん断面、破断面及びコイニング面を順に有していることが、上述の特徴をもとに外観から確認された。

【 0 1 5 5 】

これに対して、比較例 b 1 ~ b 5、b 7、b 9 ~ b 1 1、b 1 4 は、加工品の切断端部の板厚 $t_1$ に対するめっき層成分の残存長さ $L$ が 0 . 7 0 未満であったため、切断端部の赤錆発生までの日数は 6 0 日を下回っており、実施例と比べて耐食性が劣った。比較例 b 8 は、半切断工程において大きなマイナスクリアランスを採用したものであるが、7 5 0 k N のメカプレス機を使用した半抜き加工の工程で荷重オーバーとなり、プレス機が停止した。比較例 b 1 2、b 1 3 は、いずれも切断端部の赤錆発生まで 9 0 日以上の良い耐食性を示したが、切断端部に 0 . 2 m m 以上の大きなバリが発生した。比較例 b 6、b 1 5 は、半切断工程でのダイとパンチとのマイナスクリアランスが十分ではなかったため、半切断工程にてめっき鋼板が完全に破断した。

【 0 1 5 6 】

以上によると、半切断工程を行い続いて仕上げ切断工程を行う切断加工において、切断端部の形状に関して、加工品の切断端部の板厚 $t_1$ に対するめっき成分の残存長さ $L$ が 0 . 7 0 倍以上とすることにより、良好な耐食性を有する切断端部が得られることが確認できた。

【 0 1 5 7 】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について詳細に説明したが、本発明はかかる例に限定されない。本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【 0 1 5 8 】

例えば、上記実施形態では、加工品 1 の一例として、図 1 に示したような円筒形状の加工品を示したが、本発明はかかる例に限定されない。本発明の加工品は絞り形状品であればよく、例えば、図 1 6 に示すような異形絞り品であってもよく、図 1 7 に示すような角筒絞り品であってもよい。なお、図 1 7 は、半切断工程実施前の素体の状態を示しており、破線で示すトリムラインに沿って半切断工程及び仕上げ切断工程が行われる。加工品は、図 1 6 に示すように、加工品の側壁の一部にのみ、側壁の外側面と面一な切断端部を有するようにしてもよい。

【符号の説明】

【 0 1 5 9 】

- 1 加工品
- 2 第 1 素体
- 6 第 2 素体
- 7 コイニング下型
- 8 コイニング上型
- 1 0 胴部
- 1 1 突部
- 1 2、2 0 フランジ部
- 1 3 切断端部
- 1 3 c せん断面

10

20

30

40

50

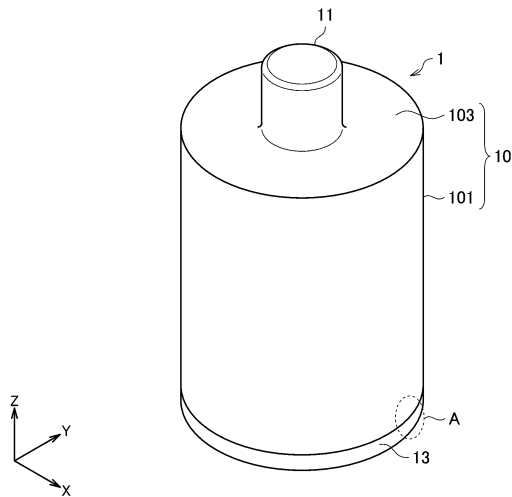
- 1 3 d 破断面
- 1 3 f、1 3 f 1、1 3 f 2 めっき層
- 1 3 g 角部
- 1 3 h コイニング面
- 1 3 k 平坦面
- 1 4 開口部
- 1 4 a 端面
- 2 0 a 除去部分
- 3 1 第 1 ダイ
- 3 2 第 2 ダイ
- 4 1 第 1 パンチ
- 4 2 第 2 パンチ
- 7 0 縦壁面
- 7 1 底壁面
- 7 2 押当面
- 1 0 1 側壁
- 1 0 1 a 外側面
- 1 0 1 b 内側面
- 1 0 3 頂壁

10

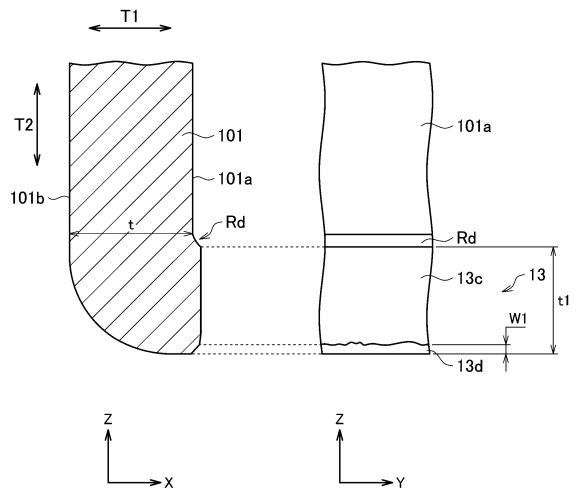
【 図 面 】

20

【 図 1 】



【 図 2 】

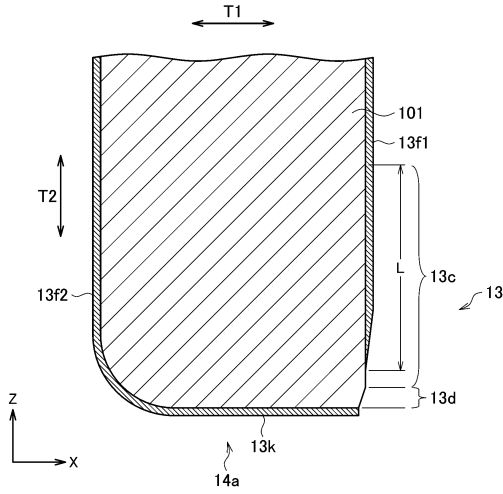


30

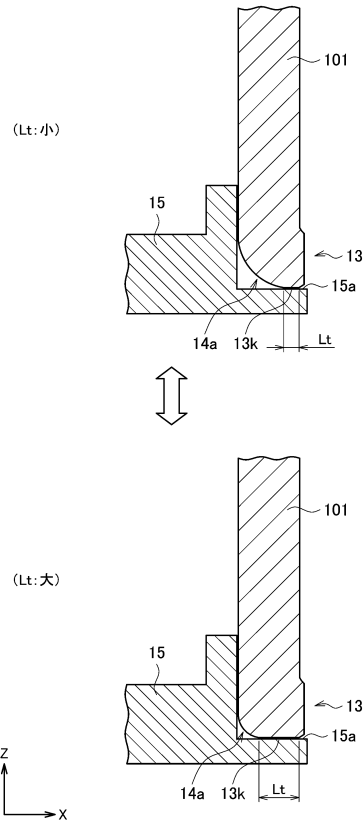
40

50

【図3】



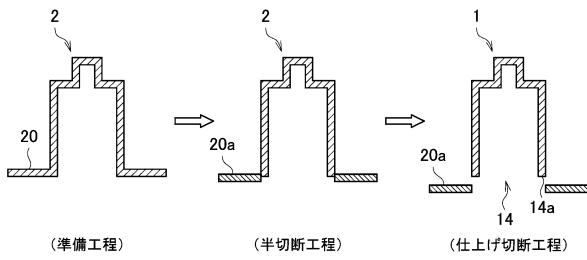
【図4】



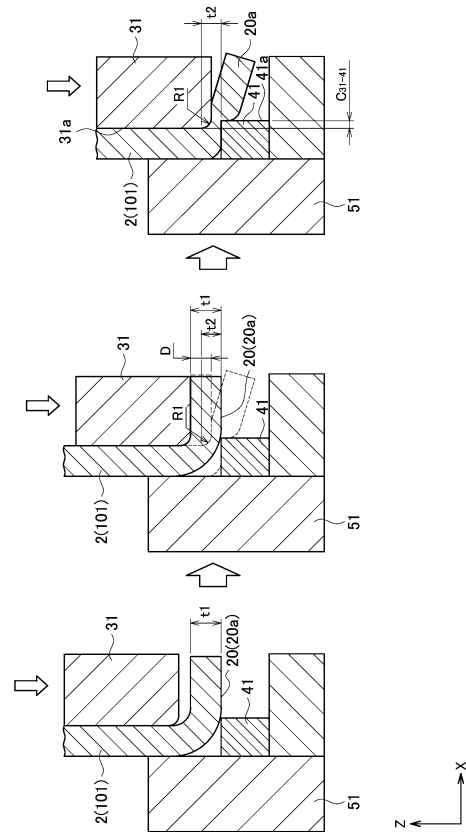
10

20

【図5】



【図6】

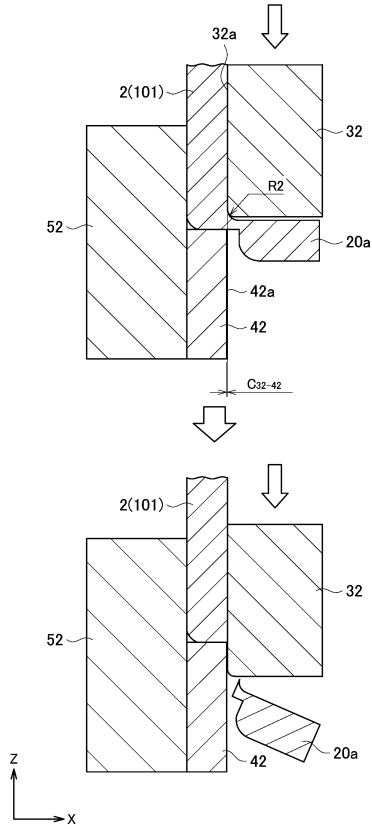


30

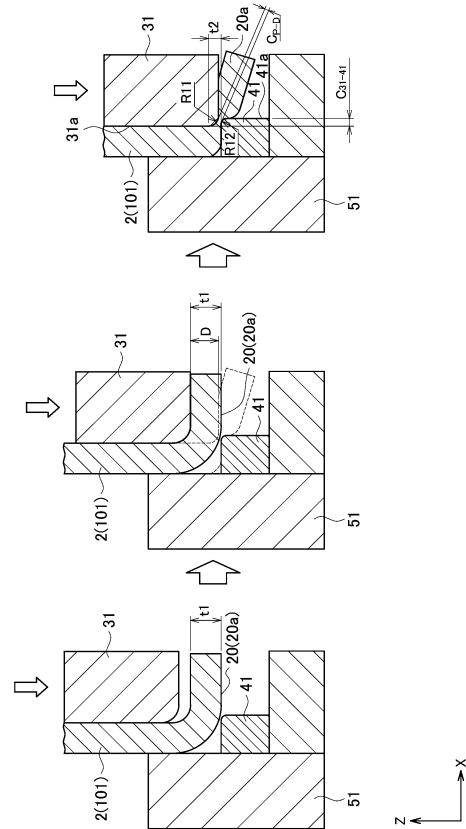
40

50

【図 7】



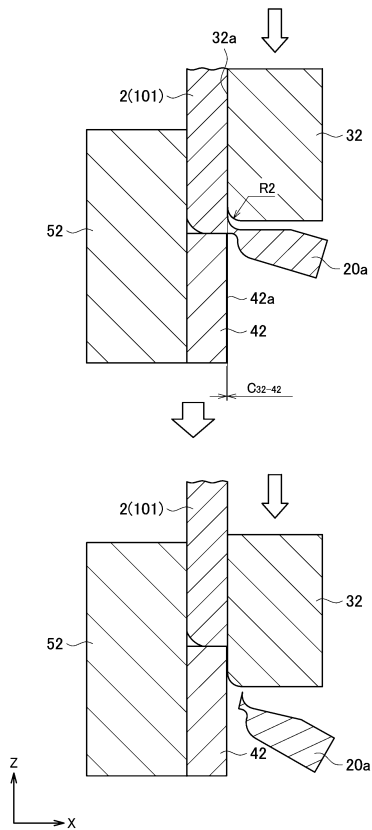
【図 8】



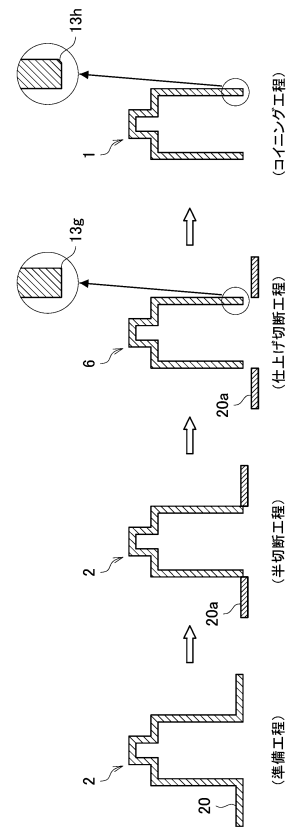
10

20

【図 9】



【図 10】

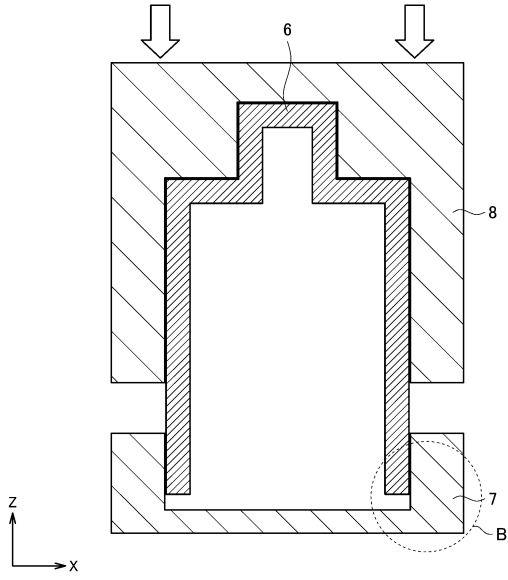


30

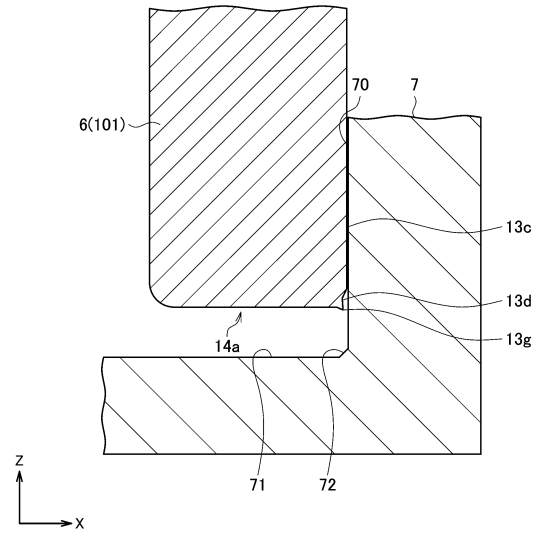
40

50

【図 1 1】

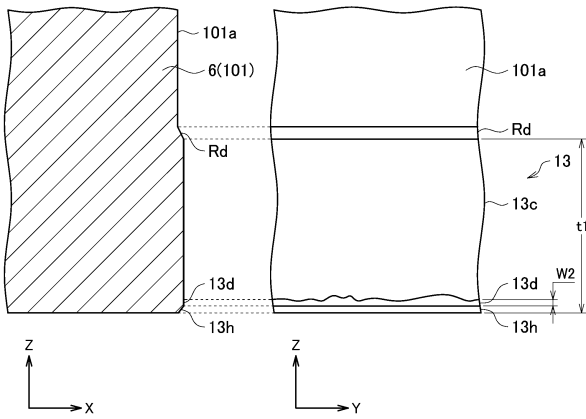


【図 1 2】

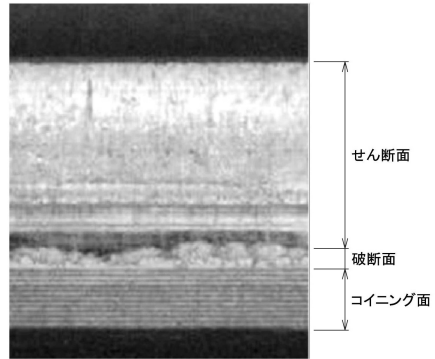


10

【図 1 3】



【図 1 4】



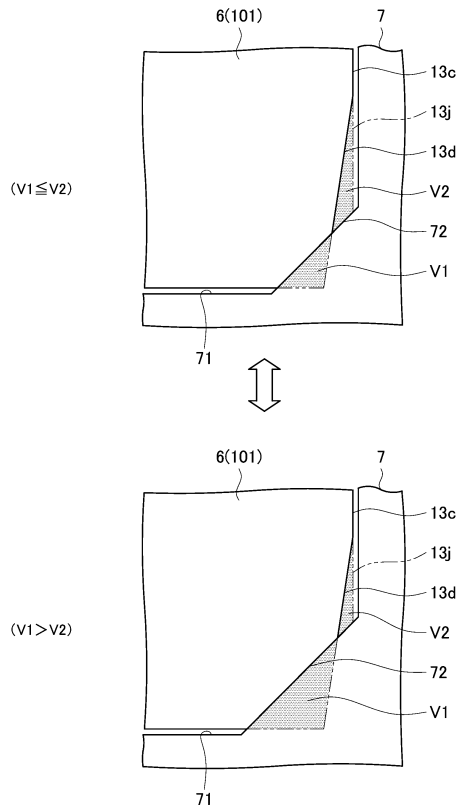
20

30

40

50

【 15 】

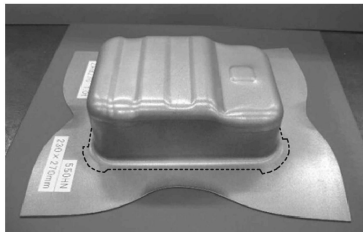


【 16 】



10

【 17 】



30

40

50

---

フロントページの続き

(51)国際特許分類 F I  
B 2 1 D 51/18 (2006.01) B 2 1 D 51/18 D

日本製鉄株式会社内

審査官 豊島 唯

(56)参考文献 国際公開第 2 0 1 7 / 1 4 5 8 5 6 ( W O , A 1 )

特開昭 6 2 - 1 6 6 0 4 0 ( J P , A )

特開 2 0 0 2 - 3 2 1 0 2 1 ( J P , A )

特開 2 0 0 8 - 1 5 5 2 1 8 ( J P , A )

特開 2 0 0 8 - 1 5 5 2 1 9 ( J P , A )

特開平 0 5 - 2 2 8 5 6 3 ( J P , A )

特開平 0 6 - 0 5 7 3 2 5 ( J P , A )

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

B 2 1 D 2 8 / 0 0 - 2 8 / 1 6

B 2 1 D 2 2 / 2 0 - 2 4 / 0 0

B 2 1 D 2 8 / 0 0 - 2 8 / 1 6

B 2 3 D 1 5 / 0 0

B 2 1 D 2 2 / 0 2